ÓHMETRO DE TIERRA Y DE RESISTIVIDAD

C.A 6471

El modelo Chauvin Arnoux C.A 6471 es el equivalente al modelo AEMC 6471

ESPAÑOL

Manual de instrucciones

CHAUVIN® ARNOUX
CHAUVIN ARNOUX GROUP

Acaba de adquirir un **òhmetro de tierra y de resistividad C.A 6471** y le agradecemos la confianza que nos tiene.
Para obtener el mejor servicio de su equipo:

- **lea** atentamente el manual de instrucciones,
- **respete** las precauciones de uso.

¡ATENCIÓN, riesgo de PELIGRO! El operador debe consultar el presente manual de instrucciones cada vez que aparece este símbolo de peligro.

Instrumento protegido mediante doble aislamiento.

Borna de tierra.

La marca CE indica la conformidad con las directivas europeas DBT y CEM.

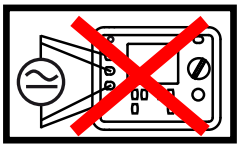
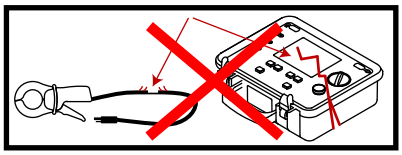
El contenedor de basura tachado significa que, en la Unión Europea, el producto deberá ser objeto de una recogida selectiva de conformidad con la directiva RAEE 2002/96/CE. Este equipo no se debe tratar como un residuo doméstico.

Definición de las categorías de medida:

- La categoría de medida IV corresponde a las medidas realizadas en la fuente de instalación de baja tensión.
  Ejemplo: entradas de energía, contadores y dispositivos de protección.
- La categoría de medida III corresponde a las medidas realizadas en la instalación del edificio.
  Ejemplo: cuadro de distribución, disyuntores, máquinas o aparatos industriales fijos.
- La categoría de medida II corresponde a las medidas realizadas en los circuitos directamente conectados a la instalación de baja tensión.
  Ejemplo: alimentación de aparatos electrodomésticos y de herramientas portátiles.

PRECAUCIONES DE USO

Este instrumento está protegido contra tensiones accidentales que no excedan 50 V respecto a tierra en categoría de medida IV. La protección asegurada por el instrumento puede verse comprometida si este se utiliza de una forma no especificada por el fabricante.

-  No realice ninguna medida en conductores que puedan estar conectados a la red o en conductores de tierra no desconectados.
- Respete la tensión y la intensidad máximas asignadas y la categoría de medida.
- No supere nunca los valores límites de protección indicados en las especificaciones.
- Respete las condiciones de uso, es decir la temperatura, la humedad, la altitud, el grado de contaminación y el lugar de uso.
-  No utilizar el C.A 6471 ni sus accesorios si parecen estropeados.
- Utilice únicamente el bloque adaptador de red suministrado con el instrumento.
- Utilice accesorios de conexión cuya categoría de sobretensión y tensión de servicio sean superiores o iguales a las del instrumento de medida (50V CAT IV). Utilice únicamente accesorios que cumplan con las normas de seguridad (IEC 61010-2-031 y 32).
- Toda operación de reparación de avería o verificación metrológica se debe efectuar por una persona competente y autorizada.
- Utilice medios de protección adecuados (botas y guantes aislantes).

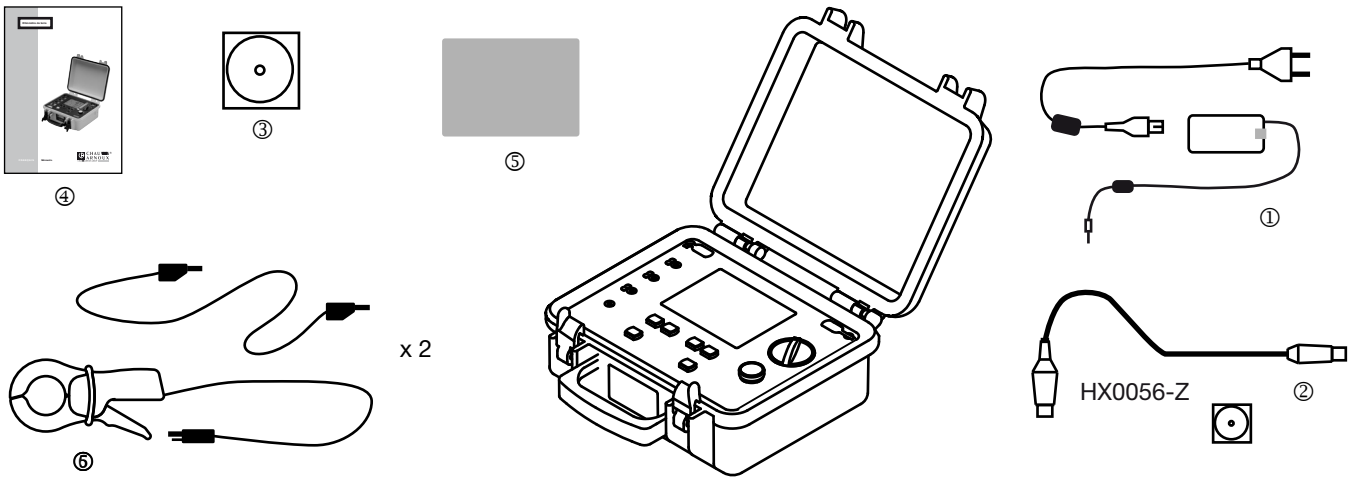
Advertencia:
La equipotencialidad de las diferentes ubicaciones de las picas, utilizadas durante una medida de tierra, puede verse alterada si se producen importantes defectos en instalaciones eléctricas cercanas o ciertas condiciones meteorológicas (tormentas). Incumbe al operario juzgar de la oportunidad de proseguir o de aplazar la campaña de medida para cada caso.

ÍNDICE

1. PRIMERA PUESTA EN MARCHA **4**
1.1. Desempaquetado 4
1.2. Etiqueta de características 4
1.3. Recarga de la batería 5
2. PRESENTACIÓN DEL INSTRUMENTO **6**
2.1. Funcionalidades del instrumento 7
2.2. Teclado 7
2.3. Pantalla 8
2.4. Principio de funcionamiento 9
3. MODO AUTOMÁTICO **10**
3.1. Medida de resistencia 10
3.2. Medida de tierra 3P 13
3.3. Medida de tierra 4P 15
3.4. Medida de la resistividad del torreno ρ 18
3.5. Medidas de tierra con 2 pinzas 22
4. INDICACIÓN DE ERROR **23**
4.1. Resistencia de pica demasiado alta 23
4.2. Rebasamiento de rango 23
4.3. Conexión incorrecta 23
4.4. Indicadores de límites de uso 23
5. MEDIDAS EN MODO MANUAL **25**
5.1. Selección de la frecuencia de medida 25
5.2. Conmutación de la tensión de medida 25
5.3. Ajustes manuales para la medida de resistencia 26
5.4. Ajustes manuales para la medida de tierra 3P 26
5.5. Ajustes manuales para la medida de tierra 4P 27
5.6. Ajustes manuales para la medida de resistividad del torreno 28
5.7. Ajustes manuales para la medida con 2 pinzas 28
5.8. Estabilización 28
6. FUNCIÓN MEMORIA **29**
6.1. Memorización de los resultados de medida 29
6.2. Lectura de los resultados memorizados 30
6.3. Borrado de la memoria 31
7. CONFIGURACIÓN SETUP **33**
7.1. Pulsar la tecla CONFIG 33
7.2. Pulsar la tecla DISPLAY 33
7.3. Pulsar la tecla MEM 34
7.4. Pulsar la tecla ***MR*** 34
7.5. Parámetros internos 34
7.6. Control de la pantalla 34
8. MENSAJES DE ERROR **35**
9. CONEXIÓN A UN PC Y SOFTWARE DE ANÁLISIS **36**
10. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS **37**
10.1. Condiciones de referencia 37
10.2. Características eléctricas 37
10.3. Alimentación 42
10.4. Condiciones ambientales 43
10.5. Características constructivas 43
10.6. Conformidad con las normas internacionales 43
10.7. Compatibilidad electromagnetica 43
11. TÉRMINOS Y DEFINICIONES **44**
12. GLOSARIO **45**
13. MANTENIMIENTO **46**
13.1. Limpieza 46
13.2. Sustitución del fusible 46
13.3. Sustitución de la batería 47
13.4. Comprobación metrológica 48
13.5. Reparación 48
14. GARANTÍA, SERVICIO **49**
15. PARA PEDIDOS **50**
15.1. Accesorios 50
15.2. Recambios 51

1. PRIMERA PUESTA EN MARCHA

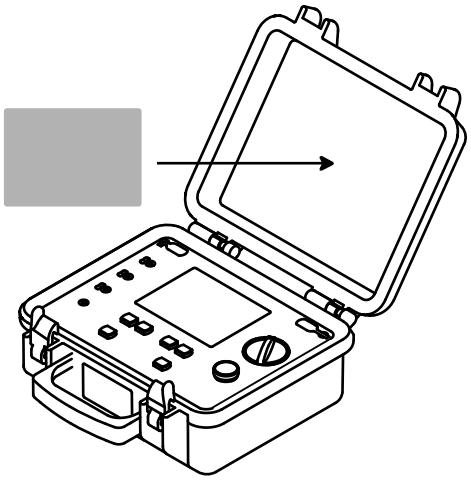
1.1. DESEMPAQUETADO



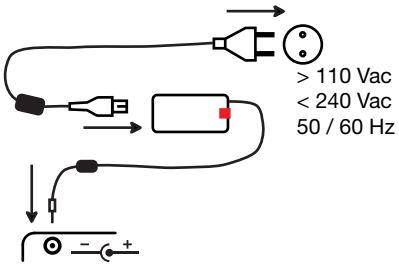
① Un adaptador de red + cable de red 2 polos para recargar la batería con la red eléctrica.
② Un software de exportación de datos + un cable de comunicación óptico / USB.
③ Manuales de instrucciones (1 por idioma) en CD-ROM.
④ Manuales de uso simplificados (1 por idioma).
⑤ Etiquetas características (1 por idioma).
⑥ 2 pinzas C182 con 2 cables de seguridad.

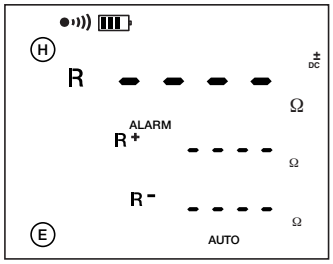
1.2. ETIQUETA DE CARACTERÍSTICAS

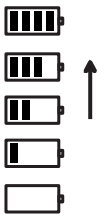
Pegue una de las etiquetas de características entregadas en el interior del embalaje del equipo, elija su idioma.



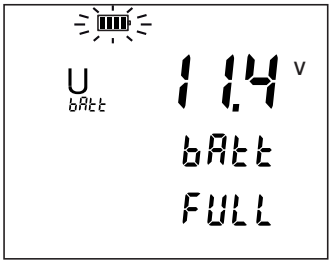
1.3. RECARGA DE LA BATERÍA







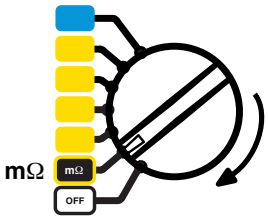
Duración de la recarga: 3 h 30



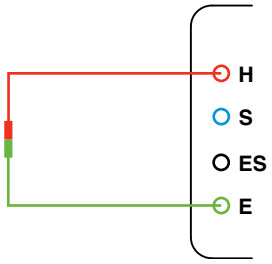
Empiece por recargar completamente la batería antes de la primera utilización. La carga debe realizarse entre 0 y 40°C.

Puede que la batería esté completamente descargada después de un almacenamiento de larga duración. En tal caso, la primera carga puede durar varias horas. Se recomienda efectuar varios ciclos sucesivos de carga y descarga completa (de 3 a 5 ciclos) para que la batería recobre su capacidad inicial.

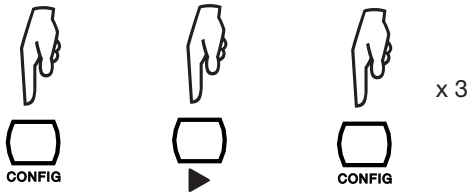
Para realizar un ciclo de descarga, ponga el conmutador en posición mΩ.



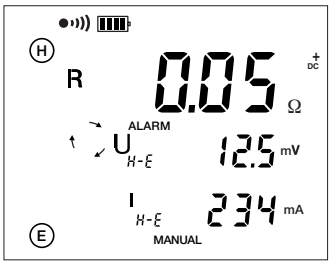
Efectuar un cortocircuito conectando un cable entre los bornes H y E.



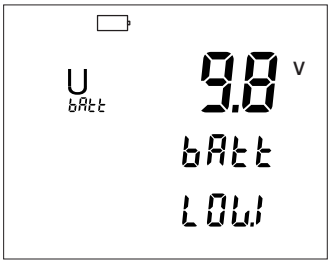
Ponga el instrumento en modo manual. Pulse la tecla CONFIG, luego la tecla ▶ y 3 veces la tecla CONFIG.

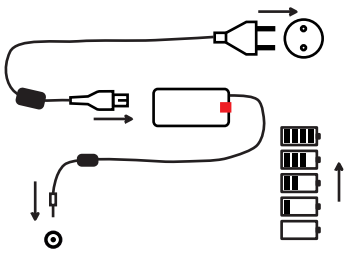


Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



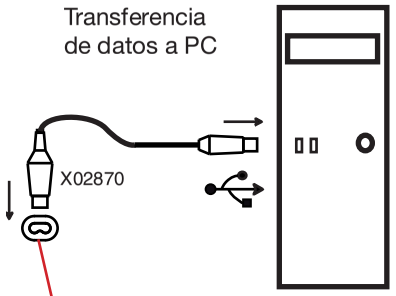
Deje que prosiga la medida hasta que se descargue completamente la batería.



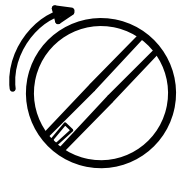


Recarga de la batería

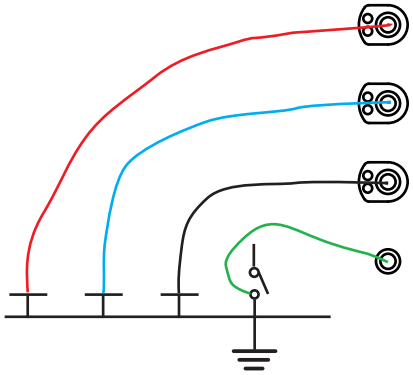
Transferencia de datos a PC

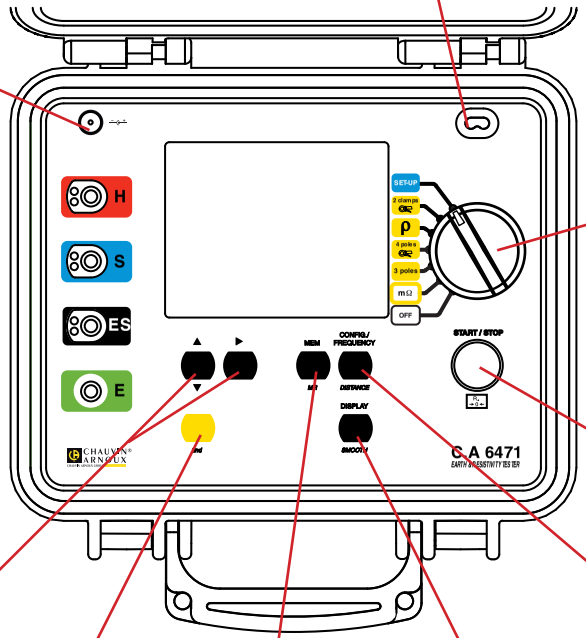


Selección de la función de medida o SET-UP



Bornes de conexión





Para iniciar las medidas y compensar los cables

▶, ▲ y ▼
Para configurar las medidas y gestionar la memoria

2nd
Para pasar a las funciones secundarias de las teclas

MEM / *MR*
Memorización de las medidas y lectura de la memoria

DISPLAY / *SMOOTH*
Visualización de todos los parámetros de la medida y estabilización de las medidas

CONFIG/FREQUENCY *DISTANCE*
Configuración de las medidas (modo experto)

2.1. FUNCIONALIDADES DEL INSTRUMENTO

El ohmímetro de tierra C.A 6471 es un instrumento de medida portátil completo para realizar medidas de tierra y medidas de resistividad de los terrenos. Se presenta en una carcasa resistente y estanca. Se alimenta por una batería recargable con cargador incorporado.

Funciones de medida	:	resistencia a 2 hilos o 4 hilos, resistencia de tierra a 3 puntos o 4 puntos acoplamiento de las resistencias de tierra resistencia de tierra selectiva resistividad de los terrenos resistencia de tierra con 2 pinzas
Comando	:	conmutador de 7 posiciones, teclado 6 teclas y un botón START/STOP
Visualización	:	pantalla LCD 108 x 84 mm, retroiluminado, con 3 niveles de visualización digital simultáneos

2.2. TECLADO

Cuando el zumbador está activo (símbolo ●)) visualizado), el instrumento confirma cada presión sobre una tecla por una señal acústica. Si la señal acústica se vuelve más aguda, es que está prohibido pulsar la tecla o no surte efecto.

Se emite una segunda señal acústica cuando se mantiene pulsada una tecla durante más de 2 segundos.

A continuación, se describen brevemente las funciones de las teclas.

Caso especial:
Para incrementar una cifra o un número que parpadea, pulse la tecla ▲.

Para disminuir una cifra o un número que parpadea, pulse *2nd* y ▲. El símbolo *2nd* que se sigue visualizando indica que la tecla *2nd* sigue activa sin tener que pulsarla a cada vez y que se puede acceder directamente a la tecla ▼. Para invertir el sentido, pulse de nuevo la tecla *2nd*.

Parar modificar una unidad o una frecuencia, pulse la tecla ▶.

2.3. PANTALLA

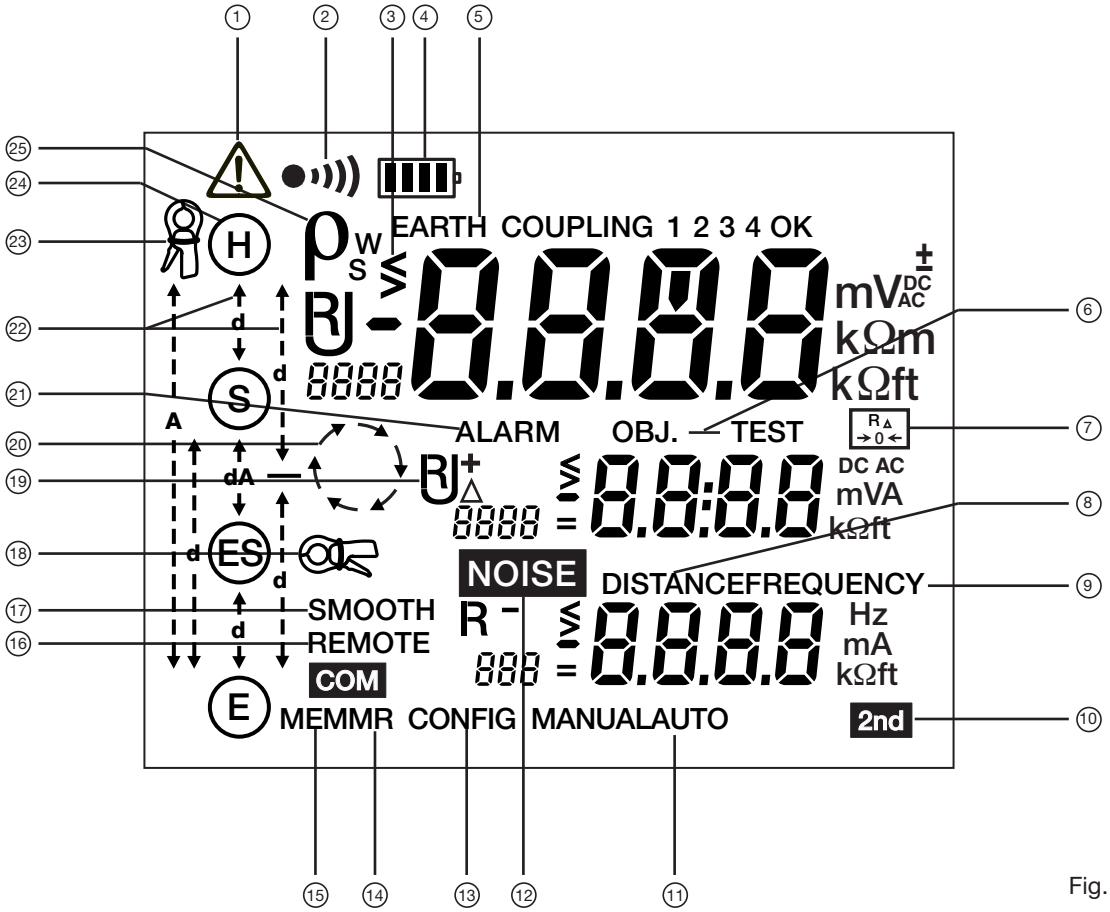


Fig. 1

1. Símbolo de PELIGRO.
2. El zumbador está funcionando.
3. El símbolo que parpadea > o < indica que se ha sobrepasado el rango.
4. Indica el estado de carga de la batería.
5. Indica si se ha seleccionado la medida de tierra 3 polos (EARTH) o la medida de acoplamiento de tierra (EARTH COUPLING).
6. N° de objeto (OBJ) y de TEST para la memorización de los resultados.
7. La compensación de la resistencia de los cables en medida a 2 hilos está activa.
8. La función DISTANCE que permite introducir los valores de distancia está activa.
9. La función FREQUENCY que permite cambiar manualmente de frecuencia durante una medida está activa.
10. Se ha pulsado la tecla *2nd*.
11. El modo MANUAL o AUTO está activo.
12. Presencia de señales parásitas (NOISE) que falsean la medida.
13. El modo CONFIG que permite modificar los parámetros de medida está activo.
14. El modo MR, para visualizar los resultados guardados, está activo.
15. El modo MEM (memorización de los resultados) está activo.
16. Indica que el instrumento está controlado por un ordenador (REMOTE).
17. La estabilización de los resultados de medida (SMOOTH) está activa.
18. Indica que se debe conectar una pinza amperimétrica al borne ES (que parpadea) o que ya está conectada (está fijo).

(19) Visualización de la magnitud medida (R, U, I).

(20) Círculo de flechas giratorio que indica que se está realizando una medida.

(21) Indica que la función ALARM está activa.

(22) Flechas que definen las distancias d o/y A.

(23) Indica que se debe conectar una pinza amperimétrica al borne H (que parpadea) o que ya está conectada (está fijo).

(24) Indica los bornes H, S, ES y E a conectar según la función de medida seleccionada (fija) o que faltan (parpadeando).

(25) Visualización de la resistividad del torreno ρ medida según el método Wenner o Schlumberger (ρ_W o ρ_S).

En el presente manual, el símbolo indica un parpadeo.

2.4. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El instrumento dispone de 2 tipos de funcionamiento:
- un modo automático para los usos más corrientes,
- un modo manual o experto que permite cambiar los parámetros de las funciones de medida.

2.4.1. MODO AUTOMÁTICO

- Posicione el conmutador en la función seleccionada,
- Efectúe las conexiones según la función seleccionada,
- Pulse el botón START. El instrumento realiza la medida y se para automáticamente.
- Lea el resultado de la medida en la pantalla y los parámetros correspondientes mediante la tecla DISPLAY. Usted puede guardar estos datos en la memoria interna del instrumento.

2.4.2. MODO MANUAL O EXPERTO

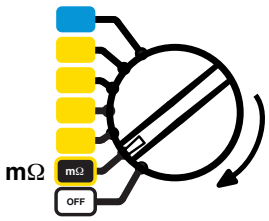
- Posicione el conmutador en la función seleccionada,
- Efectúe las conexiones según la función seleccionada,
- Seleccione el modo “MANUAL”.
- Seleccione los diferentes parámetros de medida mediante la tecla CONFIG.
- Pulse el botón START. Durante la medida, se puede modificar la frecuencia de medida o el sentido de la corriente (medida de resistencia) para ver las incidencias en la medida en curso y consultar los parámetros correspondientes a dicha medida mediante la tecla DISPLAY.
- Se para la medida pulsando el botón STOP en cuanto los resultados de medida parezcan satisfactorios.
- Lea el resultado de la medida en la pantalla y los parámetros correspondientes mediante la tecla DISPLAY. Usted puede guardar estos datos en la memoria interna del instrumento.

3. MODO AUTOMÁTICO

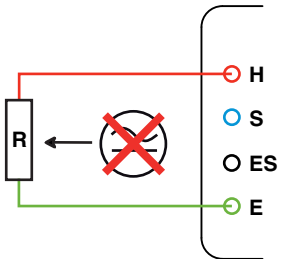
3.1. MEDIDA DE RESISTENCIA

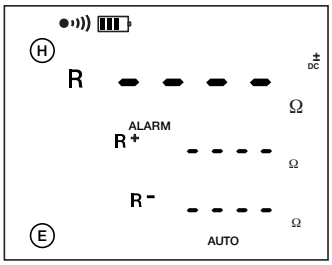
3.1.1. MEDIDA A 2 HILOS

Posicione el conmutador en mΩ.

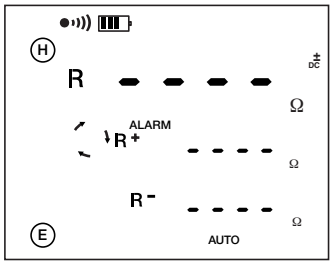


Conecte la resistencia a medir entre los bornes H y E. No debe estar bajo tensión.



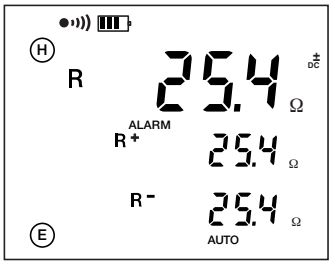


Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



El instrumento efectúa una medida con una corriente positiva (R+), luego invierte el sentido de la corriente y efectúa una nueva medida (R-).

$$R = \frac{(R+) + (R-)}{2}$$



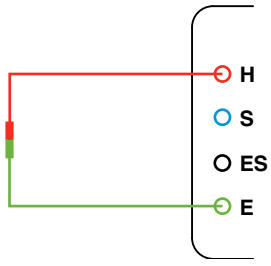
Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase glosario § 12):
R+, R-, $+U_{H-E}$, $+I_{H-E}$, $-U_{H-E}$, $-I_{H-E}$, U-Act (U_{H-E} y su frecuencia), y $R_{\Delta 0}$ si se ha realizado una compensación de los cables.

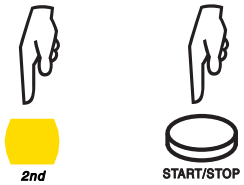
3.1.2. COMPENSACIÓN DE LOS CABLES DE MEDIDA

Esta compensación permite restar el valor de los cables de medida al valor de la resistencia medida y así obtener una medida más exacta.

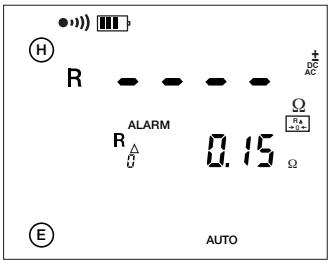
Cortocircuite los cables de medida.



Inicie la medida pulsando la tecla *2nd* y luego el botón START/STOP.



Este valor se deducirá de todos los valores de las resistencias medidos luego.

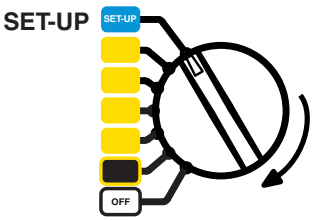


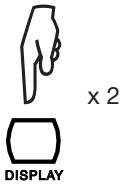
Se pierde el valor de la compensación de los cables de medida en cuanto se gira el conmutador.

3.1.3. FUNCIÓN ALARMA

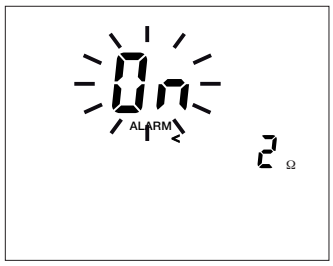
Esta función sólo existe para la medida de resistencia a 2 hilos. Por defecto, la alarma visual (el símbolo ALARM parpadea) y acústica (suena el zumbador durante unos segundos) se pone en marcha cuando R < 2 Ω. Se puede modificar este umbral en la función SET-UP.

Posicione el conmutador en SET-UP.



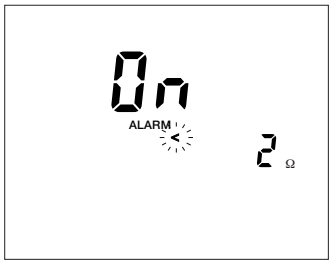


x 2



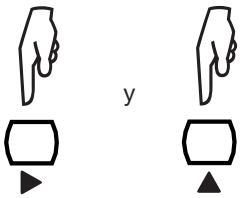
Para quitar la alarma (OFF).

Para tener acceso al sentido de la alarma.



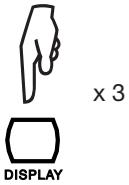
Para seleccionar una alarma baja (<) o fuerte (>).

Para ajustar el valor de la alarma entre 1 y 999 Ω.



y

Para finalizar el ajuste de la alarma.



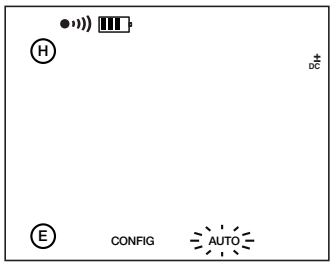
x 3

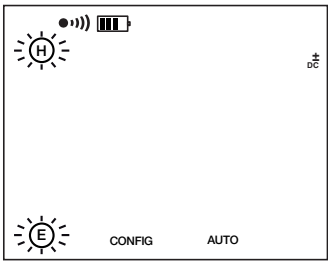
3.1.4. MEDIDA A 4 HILOS

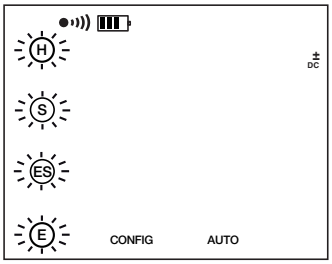
Esta medida permite obtener una mayor resolución (10 veces mejor que con la medida a 2 hilos) para las resistencias de bajo valor y no necesita compensación de los cables de medida.

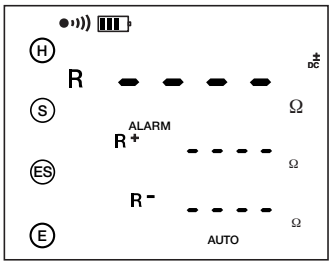
Se debe configurar primero el instrumento en medida a 4 hilos.

Pulse la tecla CONFIG



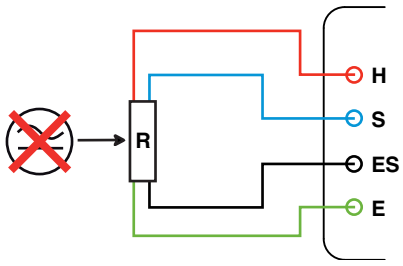




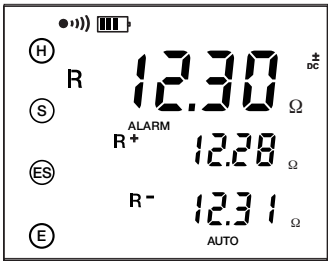


Para volver en medida a 2 hilos, sólo debe repetir esta serie de operaciones.

Conecte la resistencia a medir en 4 hilos. No debe estar bajo tensión.



Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

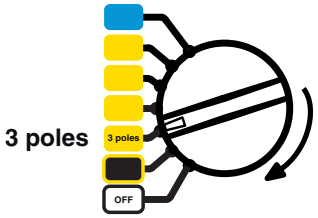
Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
R+, R-, $+U_{S-ES}$, $+I_{H-E}$, $-U_{S-ES}$, $-I_{H-E}$, U-Act (U_{S-ES} y su frecuencia, U_{H-E} y su frecuencia).

3.2. MEDIDA DE TIERRA 3P

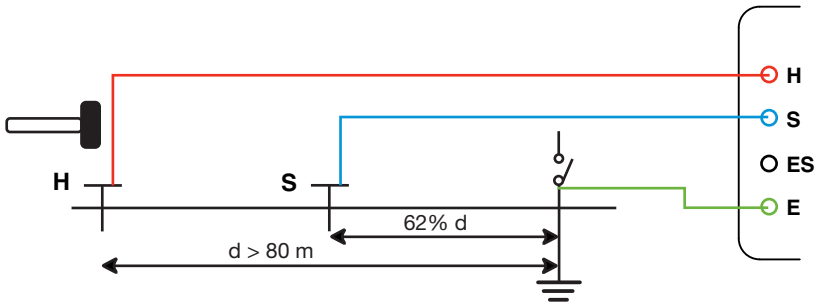
Esta función permite medir una resistencia de tierra con 2 picas auxiliares.

Existen varios métodos de medida. Le recomendamos utilizar el método llamado de los “62%”.

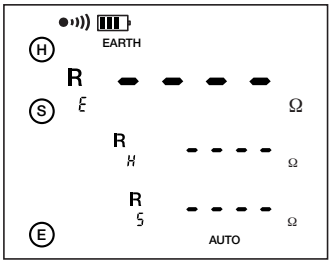
Posicione el conmutador en 3 polos.



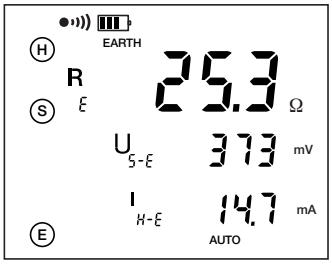
Clave las picas H y S de forma que estén alineadas con respecto a la toma de tierra. La distancia, entre la pica S y la toma de tierra, es igual al 62% de la distancia entre la pica H y la toma de tierra. La distancia entre las picas es de 30 m como mínimo.



Con el fin de evitar interferencias electromagnéticas, se recomienda devanar el cable del tensor por completo, colocar los cables en el suelo, sin hacer bucles, tan lejos como sea posible unos de otros y evitar la proximidad directa o paralela con conductos metálicos (cables, raíles, valla, etc.). Conecte los cables a los bornes H y S, desconecte el puente de comprobación, luego conecte el borne E a la toma de tierra a controlar.



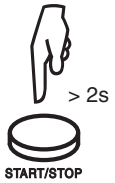
Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.

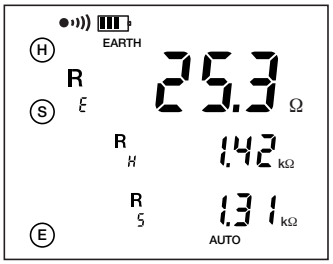


Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
R_E, U_{S-E}, I_{H-E}, U-Act (U_{H-E} y su frecuencia, U_{S-E} y su frecuencia).
Añadiendo R_H, R_S si se ha iniciado la medida manteniendo pulsado el botón START/STOP.

Para medir las resistencias de las picas H y S, o si la resistencia de las picas es demasiado importante (véase § 4), inicie la medida **manteniendo pulsado** el botón START/STOP.

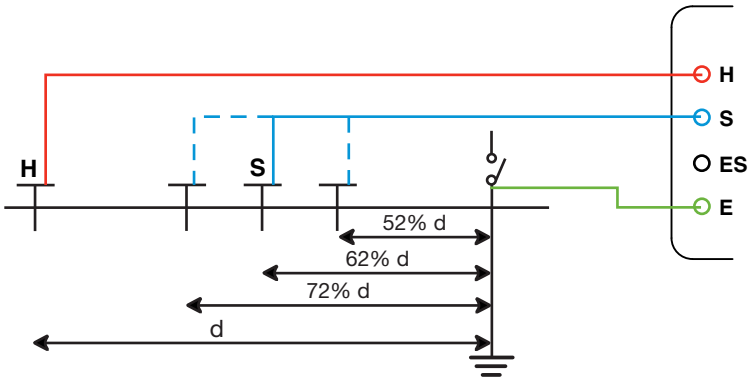




3.2.1 RECOMENDACIONES PARA REALIZAR UNA MEDIDA FIABLE

■ **Desplazamiento de las picas auxiliares**

Desplace la pica S hacia la pica H a una distancia de 10% de d, y vuelva a efectuar una medida. Luego desplace de nuevo la pica S a una distancia de 10% de d, pero hacia la toma de tierra.



Los 3 resultados de medida deben ser idénticos a unos pocos % de diferencia. En este caso, es válida la medida.
Si no fuera así, es que la pica S se encuentra en la zona de influencia de la toma de tierra. Entonces se tiene que aumentar la distancia d y proceder de nuevo a las medidas.

■ **Posicionado de las picas auxiliares**

Para asegurarse de que no se vean falseadas las medidas por parásitos, se recomienda repetir la medida con picas auxiliares clavadas a una distancia distinta y orientadas hacia otra dirección (por ejemplo, desplazadas a 90° respecto a la primera línea de medida).

Si se obtienen los mismos valores, su medida es fiable. Si los valores difieren bastante, es probable que hayan influido sobre la medida corrientes telúricas o una vena de agua subterránea. También puede resultar útil clavar las picas a mayor profundidad y/o humidificar su emplazamiento para disminuir su resistencia de contacto con el terreno.

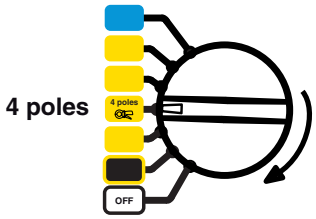
Procure que no pasen los cables de conexión de las picas de tierra a proximidad directa de o en paralelo a otros cables (de transmisión o de alimentación), conductos metálicos, raíles o vallas. En efecto, las altas frecuencias de prueba podrían provocar efectos de diafonía no deseados y perturbar las medidas.

3.3. MEDIDA DE TIERRA 4P

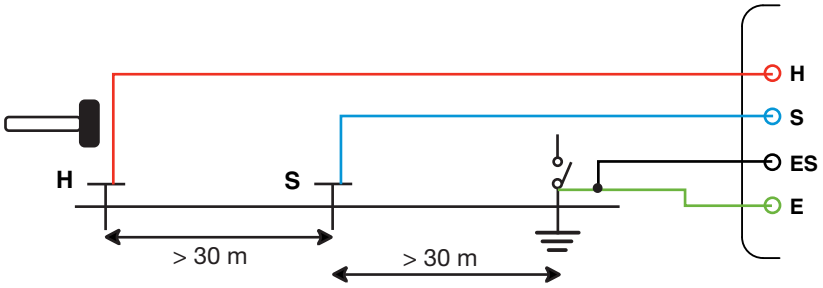
3.3.1. MEDIDA SIN PINZA

Esta función es apropiada para las medidas de resistencias de tierra muy bajas. Permite conseguir una mejor resolución (10 veces mejor que con la medida 3P) y de eliminar la resistencia de los cables de medida.

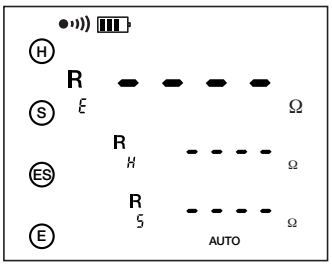
Ponga el conmutador en la posición 4 polos.



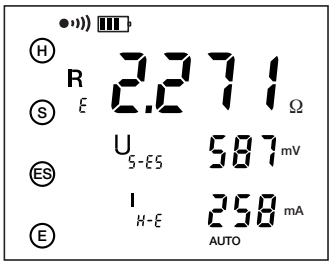
Clave las picas H y S con un espacio mínimo de 30 m entre cada una.



Con el fin de evitar interferencias electromagnéticas, se recomienda devanar el cable del tensor por completo, colocar los cables en el suelo, sin hacer bucles, tan lejos como sea posible unos de otros y evitar la proximidad directa o paralela con conductos metálicos (cables, raíles, valla, etc.). Conecte los cables a los bornes H y S, desconecte el puente de comprobación, luego conecte los bornes E y ES a la toma de tierra a controlar.



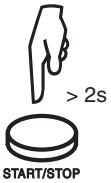
Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.

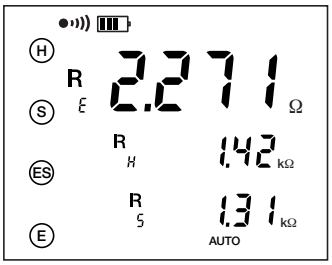


Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
R_E, U_{S-E}, I_{H-E}, U-Act (U_{H-E} y su frecuencia, U_{S-E} y su frecuencia).
Añadiendo R_H, R_S, U_{H-E} si se ha iniciado la medida manteniendo pulsado el botón START/STOP.

Para medir las resistencias de las picas H y S, o si la resistencia de las picas es demasiado importante (véase § 4), inicie la medida **manteniendo pulsado** el botón START/STOP.



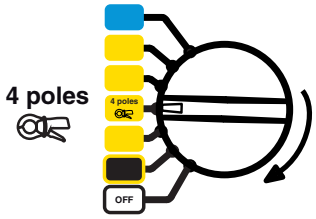


Se recomienda repetir la medida con picas auxiliares clavadas a una distancia distinta y orientadas hacia otra dirección (véase § 3.2.1).

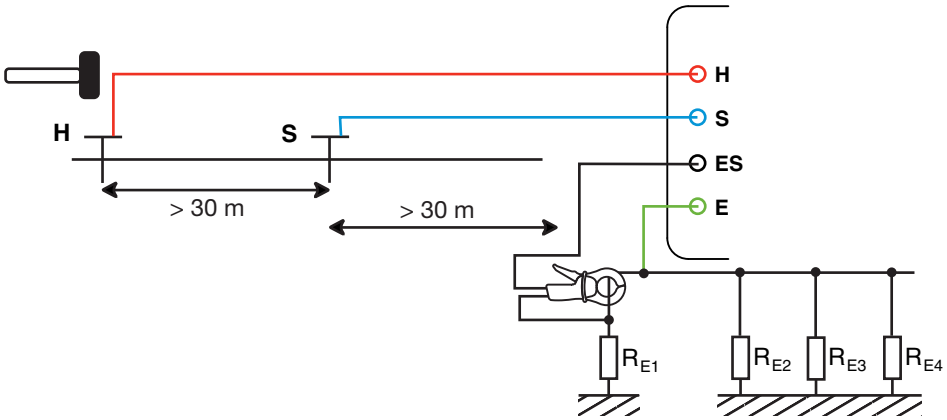
3.3.2. MEDIDA CON PINZA (TIERRA SELECTIVA)

Necesita una pinza amperimétrica C182 (suministrada con el instrumento) o MN82 (disponible como accesorio) para esta medida de tierra selectiva. La pinza C182 es más precisa, es adecuada para la medida de intensidades más fuertes (40 amperios eficaces máx.) y para abrazar los conductores más gruesos; mientras que la pinza MN82, más manejable, sólo acepta corrientes de hasta 10 amperios eficaces y no puede abrazar conductores de más de 20 mm de diámetro. Utilice exclusivamente una de estas dos pinzas amperimétricas, ya que han sido concebidas especialmente para funcionar con el ohmímetro de tierra y de resistividad C.A 6471.

Ponga el conmutador en la posición 4 polos .

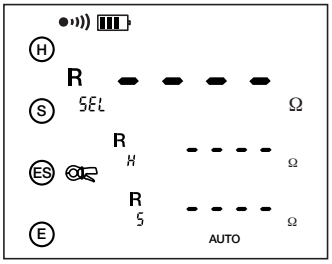


Clave los picas H y S con un espacio mínimo de 30 m entre cada una para que los pozos de potencial que se crean alrededor de las picas no coincidan.

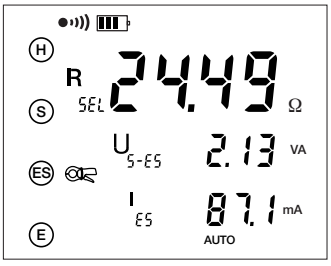


Con el fin de evitar interferencias electromagnéticas, se recomienda devanar el cable del tensor por completo, colocar los cables en el suelo, sin hacer bucles, tan lejos como sea posible unos de otros y evitar la proximidad directa o paralela con conductos metálicos (cables, raíles, valla, etc.).

Conecte los cables a los bornes H y S. Conecte un cable entre el borne E y la tierra. Conecte la pinza al borne ES, el instrumento la reconocerá automáticamente. Abrace la varilla de la puesta a tierra a comprobar. Acople el casquillo de la pinza amperimétrica a dicha varilla (conexión al borne ES). Procure que no pase el cable de la pica H demasiado cerca de la pinza amperimétrica para evitar cualquier radiación de la señal alterna en la pinza (especialmente si utiliza una pinza MN82).



Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



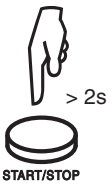
$R_{SEL} = R_{E1}$
En el caso del esquema de arriba.

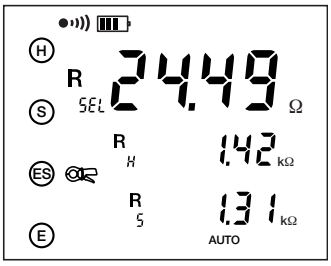
Ahora puede desplazar la pinza y su cable para medir las demás resistencias de tierra R_{E2}, R_{E3}, etc.

Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
R_{SEL}, U_{S-ES}, I_{H-E}, R-Act (R_{PASS}), U-Act (U_{H-E} y su frecuencia), I-Act (I_{ES} y su frecuencia).
Añadiendo R_E, R_H, R_S, U_{E-S} si se ha iniciado la medida manteniendo pulsado el botón START/STOP.

Para medir las resistencias de las picas H y S, o si la resistencia de las picas es demasiado importante (véase § 4), inicie la medida **manteniendo pulsado** el botón START/STOP.





3.4. MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TORRENO ρ

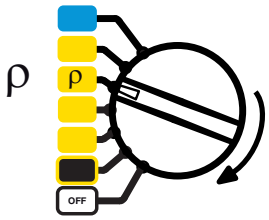
Puede elegir entre los métodos Wenner y Schlumberger para medir la resistividad del torreno. La diferencia entre los dos métodos reside en la ubicación de las picas. Por defecto, el instrumento propone el método Wenner, pero si usted desea cambiar la distancia entre las picas, utilice el método Schlumberger que permite desplazar únicamente 2 picas de medida en vez de 3.

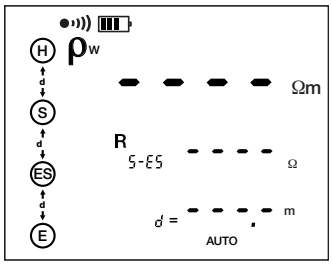
La medida de la resistividad del torreno con diferentes distancias d, y por consiguiente a diferentes capas de profundidad del terreno, permite establecer perfiles de resistividad de dicho terreno que pueden resultar útiles para los análisis geológicos, la exploración de yacimientos, los estudios hidrológicos, etc., y determinar la ubicación de una toma de tierra.

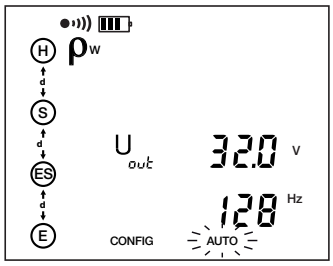
3.4.1. ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MEDIDA

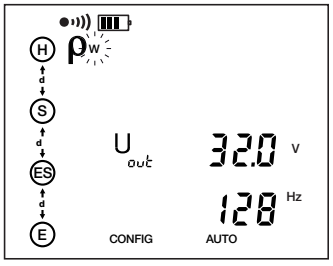
Por defecto, el método utilizado es el Wenner. Para seleccionar el método Schlumberger, proceda como se indica a continuación:

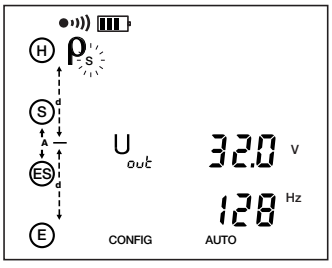
Ponga el conmutador en la posición ρ.





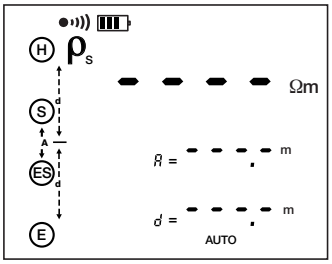






Para aceptar y salir.

x 2



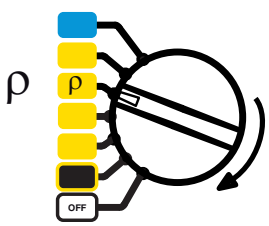
Para volver al método Wenner, sólo debe repetir esta serie de pasos.

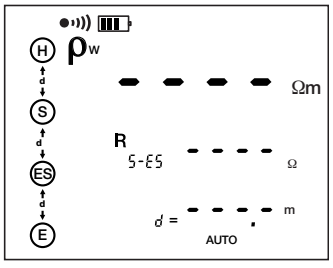
El último método de medida seleccionado (Wenner o Schlumberger) se conserva en la memoria cuando se apaga el instrumento.

3.4.2. PROGRAMACIÓN DE LA DISTANCIA

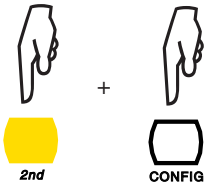
Se puede programar la distancia antes o después de la medida. Si no está programada, sólo se visualizará el valor de R_{S-ES}, siendo el valor de ρ indefinido.

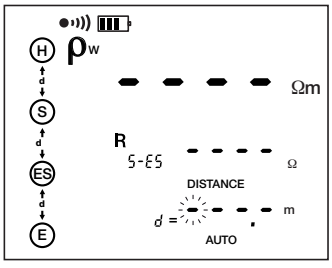
Ponga el conmutador en la posición ρ.



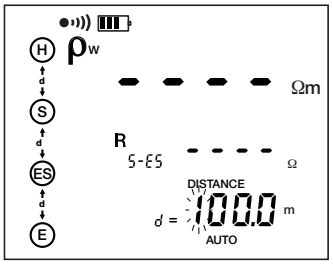


Pulse la tecla *DISTANCE*.

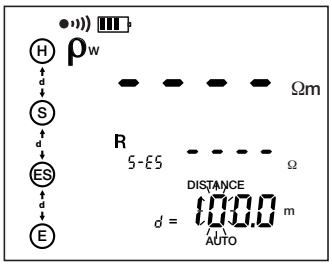




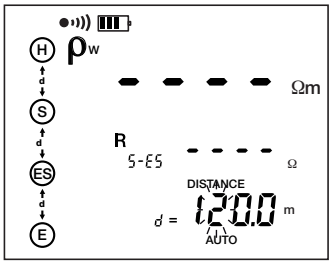
Para seleccionar las centenas (de metro).



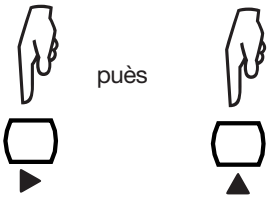
Para seleccionar las decenas.



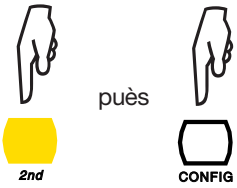
Para modificar las decenas.



Para seleccionar y modificar los metros y decímetros.



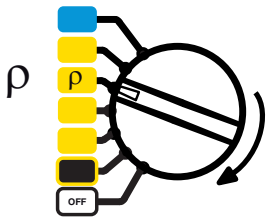
Para finalizar la programación de la distancia.



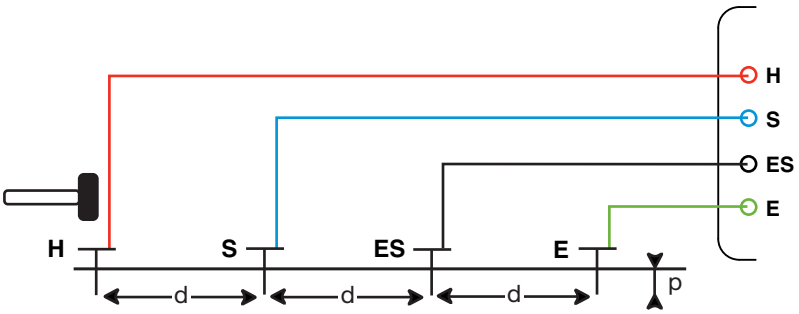
En el caso del método Schlumberger, se tiene que programar además la distancia A. De la misma manera que para la distancia d.

3.4.3. MÉTODO WENNER

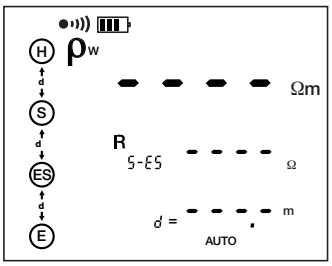
Ponga el conmutador en la posición ρ.



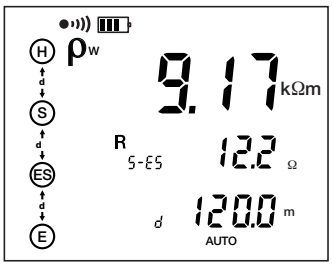
Clave las 4 picas de tierra en línea recta a una distancia d entre ellas y a una profundidad p < 1/3 d. La distancia d debe estar comprendida entre 2 y 30 m. Conecte los cables a las picas y luego a los bornes H, S, ES y E.



Con el fin de evitar interferencias electromagnéticas, se recomienda devanar el cable del tensor por completo, colocar los cables en el suelo, sin hacer bucles, tan lejos como sea posible unos de otros y evitar la proximidad directa o paralela con conductos metálicos (cables, raíles, valla, etc.).



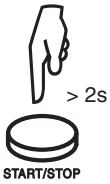
Programe la distancia d e inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



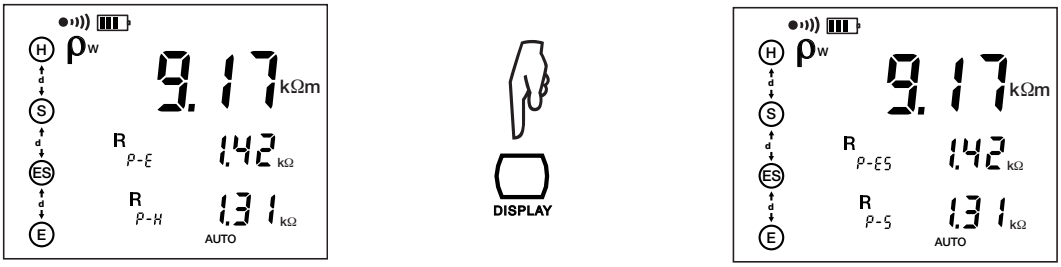
$\rho_W = 2.\pi.d.R_{S-ES}$

Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
ρ_W, R_{S-ES}, d, U_{S-ES}, I_{H-E}, U-Act (U_{S-ES} y su frecuencia, U_{H-E} y su frecuencia).



Para medir las resistencias de las picas H, S, ES y E, o si la resistencia de las picas es demasiado importante (véase § 4), inicie la medida manteniendo pulsado el botón START/STOP.
Se visualizan en el instrumento R_{P-E} y R_{P-H}, luego R_{P-ES} y R_{P-S}.

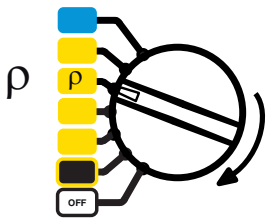


Los elementos metálicos situados en el terreno (raíles de ferrocarril, canalizaciones, etc.) o las venas de agua subterráneas pueden influir sobre la resistividad del torreno en una dirección dada. Se aconseja entonces realizar otra medida, disponiendo las picas a 90° respecto de la primera medida, para revelar eventuales efectos directivos. Por otro lado, se recomienda realizar varias medidas con distintas distancias d para eliminar los efectos locales que puedan falsear la medida.

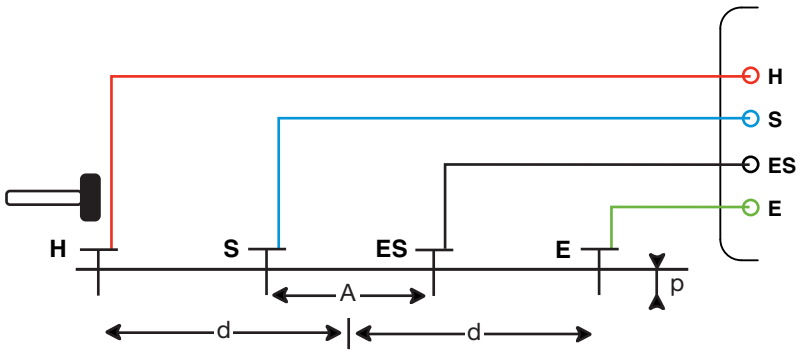
Cuanto más se incrementa la distancia entre las picas y su profundidad de hundimiento, más se toma en cuenta las capas profundas del terreno.

3.4.4. MÉTODO SCHLUMBERGER

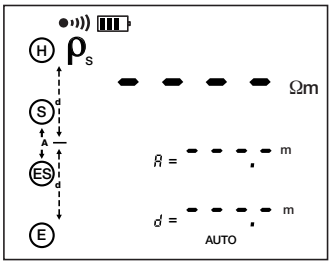
Ponga el conmutador en la posición ρ.



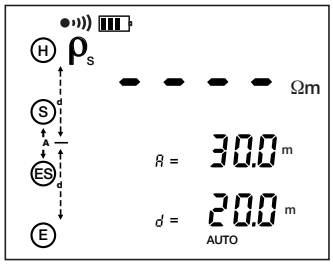
Clave las 2 picas S y ES a una distancia A uno del otro. Luego, clave las dos picas H y E en la prolongación de esta línea recta, a una distancia d medida a partir de la mitad de la distancia A. La distancia d debe estar comprendida entre 2 y 30 m. Clave las picas a una profundidad p que no supere el 1/3 de d. Conecte los cables a las picas y luego a los bornes H, S, ES y E.



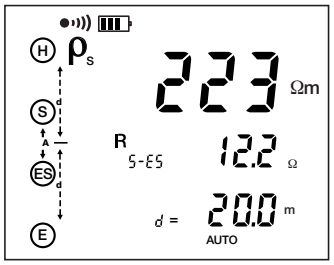
Con el fin de evitar interferencias electromagnéticas, se recomienda devanar el cable del tensor por completo, colocar los cables en el terreno, sin hacer bucles, tan lejos como sea posible unos de otros y evitar la proximidad directa o paralela con conductos metálicos (cables, raíles, valla, etc.).



Programe las distancias d y A (véase § 3.4.2.).



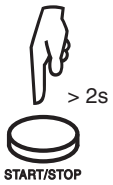
Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



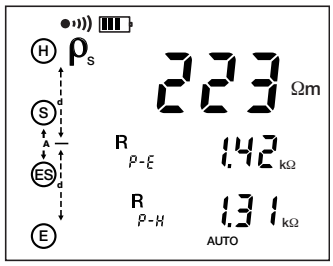
Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

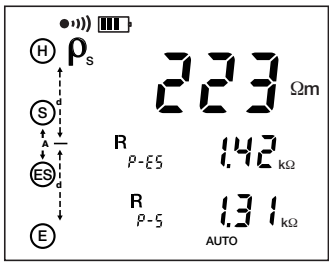
Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
ρ_S, R_{S-ES}, d, A, U_{S-ES}, I_{H-E}, U-Act (U_{S-ES} y su frecuencia, U_{H-E} y su frecuencia).

$$\rho_s = \pi . \frac{d^2 - \frac{A^2}{4}}{A} . R_{S-ES}$$



Para medir las resistencias de las picas H, S, ES y E, o si la resistencia de las picas es demasiado importante (véase § 4), inicie la medida manteniendo pulsado el botón START/STOP.
Se visualizan en el instrumento R_{P-E} y R_{P-H}, luego R_{P-ES} y R_{P-S}.





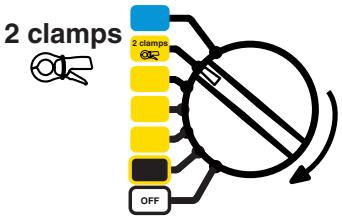
3.5. MEDIDAS DE TIERRA CON 2 PINZAS

Esta medida rápida permite obtener el valor de la tierra por exceso sin necesidad de clavar una pica.

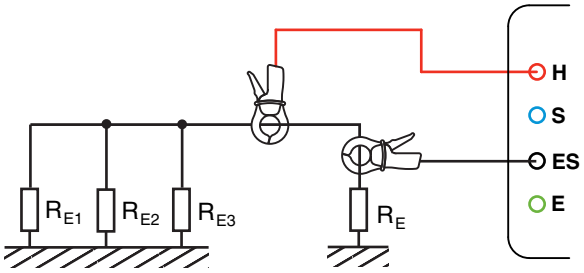
La pinza amperimétrica conectada al borne H aplica una tensión al circuito a medir. La impedancia del circuito a medir determina el valor de la corriente resultante. La corriente que circula por el bucle se mide mediante la pinza que está conectada al borne ES. El instrumento calcula entonces a partir de estas magnitudes la resistencia de bucle R_{LOOP}.

Utilice exclusivamente las pinzas amperimétricas C182 o MN82 que han sido concebidas especialmente para funcionar con el C.A 6471.

Ponga el conmutador en la posición 2 *clamps* (pinzas).

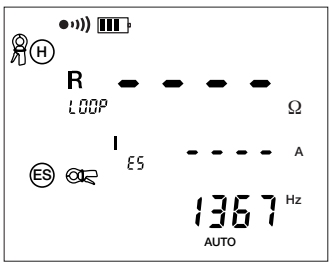


Conecte una pinza al borne H y abrace la puesta a tierra. Conecte la segunda pinza al borne ES y abrace la parte de la puesta a tierra global a medir.

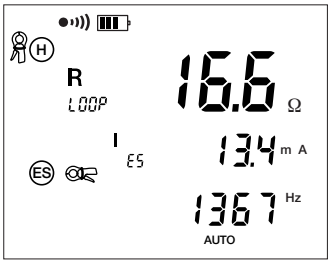


Respete las distancias mínimas siguientes entre las dos pinzas para evitar influencias electromagnéticas directas entre la pinza que emite y la pinza que recibe la corriente:

Valor medido (Ω)	Distancia mínima (m)	
	MN82	C182
0 - 1	0,1	0
1 - 5	0,4	0,1
5 - 10	0,5	0,2
10 - 50	0,7	0,3
50 - 100	0,9	0,5
100 - 500	1,2	0,5



Inicie la medida pulsando el botón START/STOP.



En el caso del esquema de arriba, la impedancia de tierra medida es igual a:
$R_{LOOP} = R_E + (R_{E1} // R_{E2} // R_{E3})$

Para visualizar los parámetros de la medida, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

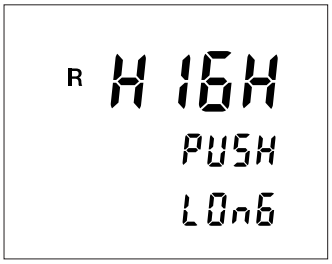
Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
R_{LOOP} , I_{ES} y su frecuencia, I-Act (I_{ES} y su frecuencia).

Observación: en modo automático, la frecuencia de medida es de 1.611 Hz. Si se desea realizar una medida de tierra eliminando los efectos inductivos, se tiene que pasar al modo manual y elegir una frecuencia de medida más baja (véase § 5.1).

4. INDICACIÓN DE ERROR

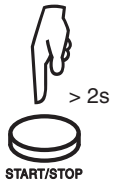
4.1. RESISTENCIA DE PICA DEMASIADO ALTA

Esto puede ocurrir en medida de tierra 3 polos o 4 polos, o en medida de resistividad.

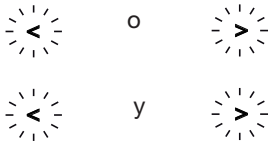


Se visualiza este mensaje cuando se ha iniciado la medida pulsando brevemente el botón START/STOP y las resistencias de las picas son demasiado altas.

Se tiene entonces que iniciar la medida manteniendo pulsado el botón START/STOP. El instrumento mide entonces el valor de las picas y lo compensa para que se visualice el resultado correcto.



4.2. REBASAMIENTO DE RANGO



El símbolo > o < que parpadea indica que se rebasa el rango de medida.

Si los 2 símbolos parpadean simultáneamente, es que la precisión del valor que se visualiza está por encima de los valores especificados o sometido a fuertes fluctuaciones. El hecho de activar la función de estabilización (SMOOTH) puede ser una solución.

4.3. CONEXIÓN INCORRECTA

Estos parpadeos indican que un borne o una pinza amperimétrica debería estar conectado/a y no lo está, o que está conectado/a cuando no tendría que estarlo.
Debe restablecer las conexiones correctas, si no la medida no se puede tomar.

Un parpadeo del borne H también puede indicar que la corriente I_{H-E} es demasiado débil.
Un parpadeo del borne S también puede indicar que la resistencia R_S es demasiado grande.
Un parpadeo del borne ES también puede indicar que la corriente I_{ES} medida por la pinza es demasiado débil.

Para disminuir R_H, puede añadir una o varias picas, separadas por una distancia de 2 metros entre ellas, en el tramo H del circuito o incrementar la tensión de prueba.
Para disminuir R_S, puede añadir una o varias picas, separadas por una distancia de 2 metros entre ellas, en el tramo S del circuito.

Para reducir la resistencia de las picas, también puede clavarlas a mayor profundidad, comprimir bien la tierra alrededor, o regarlas con un poco de agua.

4.4. INDICADORES DE LÍMITES DE USO

Este parpadeo durante una medida **pasiva** significa que el instrumento ha detectado la presencia de una tensión externa superior a 42 V en los bornes y que la medida no se puede tomar.
Este parpadeo durante una medida **activa** significa que se ha rebasado los límites de funcionamiento.

Si este símbolo está encendido constantemente durante una medida activa, es que los valores medidos están sometidos a importantes fluctuaciones o que hay una conexión incorrecta.

Si se visualiza un valor indefinido para una medida pasiva, esto significa que la corriente de medida I_{ES} o la tensión U_{S-ES} es demasiado débil.

NOISE

Si se visualiza el símbolo NOISE (ruido), esto significa que una tensión parásita exterior puede falsear la medida. Usted puede entonces pasar al modo manual y modificar la tensión y/o la frecuencia de medida para poder realizar una medida correcta.

Estos indicadores se activan después del inicio de la medida cuando:
- Los valores R_H y/o R_S son demasiado altos,
- La corriente de medida I_{H-E} o I_{ES} es demasiado débil,
- La inestabilidad de la medida es importante.

Se indican al operario estas condiciones de medida que pueden llevar a resultados inciertos en la pantalla del aparato de la forma siguiente:

Funciones	**Umbral de disparo**	**Indicación en la pantalla**
3P, 4P, ρ	I_{H-E} < 1 mA	⚠ parpadea (3) Ⓗ parpadea
4P sel	I_{H-E}' < 1 mA (1)	
Todas	R_S > 30 kΩ	⚠ parpadea (3) Ⓢ parpadea
4P sel	I_{ES} < 1 mA	⚠ parpadea (3) parpadea
Todas	Valores medidos (U, I, R) inestables, que varían de más de un 5% alrededor del valor promedio. (2)	⚠ fijo (3) ≶ parpadea
R_{PASS}	I_{ES} < 3 mA U_{S-ES} < 10 mV	≶ parpadea
R_{PASS}	I_{ES} < 0,3 mA U_{S-ES} < 1 mV	-.--- (no definidoi)
Todas	U_{S-ES}, U_{S-E}, U_{H-E} > 42 V	⚠ parpadea (3)
Todas	Tensión parásita cuya frecuencia y/o valor puede falsear la medida.	NOISE (4)

(1) I_{H-E}': corriente I_{H-E} medido al inicio de la medida antes de I_{ES}.
(2) No activo si se selecciona la función SMOOTH.
(3) También puede aparecer el símbolo ⚠ si existe una tensión externa > 42 V en los bornes del aparato.
(4) Usted puede entonces pasar al modo manual y modificar la tensión y/o la frecuencia de medida para poder realizar una medida correcta (desaparece el símbolo NOISE de la pantalla).

5. MEDIDAS EN MODO MANUAL

Se pueden modificar los parámetros de todas las funciones de medida en modo automático descritas en el § 3 cuando se pasa al modo manual.

Para pasar al modo manual, pulse la tecla CONFIG. Se visualiza el símbolo CONFIG y el símbolo AUTO parpadea. Al pulsar la tecla ▶, puede pasar al modo manual (visualización del símbolo MANUAL).

En modo manual, el instrumento le propone modificar distintos parámetros (que varían según la función de medida) pulsando sucesivamente la tecla CONFIG.

Cuando usted inicia una medida en modo manual, pulsando brevemente o manteniendo pulsado el botón START/STOP (gira el circulo de flechas en la pantalla), debe para pararla pulsar una segunda vez dicho botón.

5.1. SELECCIÓN DE LA FRECUENCIA DE MEDIDA

Concierne a todas las funciones excepto a mΩ.

Si el instrumento no puede realizar una medida correcta a causa de señales parásitas cuya frecuencia interfiere con la de la medida, se visualiza el símbolo NOISE. También se visualiza la frecuencia de dichas señales parásitas. Usted puede entonces modificar la frecuencia de la tensión de prueba y reiniciar una medida para obtener un resultado correcto.

En modo automático, el instrumento elige automáticamente otra frecuencia, mientras que en modo manual le corresponde al usuario elegir otra frecuencia. El símbolo NOISE parpadea mientras estén presentes las señales parásitas.

Para modificar la frecuencia, pase al modo manual y pulse la tecla CONFIG hasta que parpadee la frecuencia. Puede seleccionarla pulsando la tecla ▶ :

- USr, 55, 92, 110, 119, 128 Hz (128 Hz por defecto).
- 128, 1.367, 1.611, 1.758 Hz para la función 2 pinzas (1.611 Hz por defecto).

Para modificar la frecuencia utilizada por el usuario (USr), pulse la tecla ▲▼ (pulse la tecla ▲▼ para incrementar el valor, y *2nd* + ▲▼ para disminuirlo). Los valores disponibles se especifican en el la tabla a continuación.

Tabla de las frecuencias posibles utilizadas por el usuario USr (48 valores de 41 Hz a 513 Hz):

41	43	46	49	50	55	60	61	64	67	69	73	79	82	85	92
98	101	110	119	122	128	134	137	146	159	165	171	183	195	201	220
238	244	256	269	275	293	317	330	342	366	391	403	439	476	488	513

Para las medidas de resistividad del torreno, se limita la frecuencia usuario a 128 Hz.
Existen 2 frecuencias usuario: una para la resistividad y una para las medidas de tierra. Estos dos valores se guardan en la memoria cuando se apaga el instrumento.

5.2. CONMUTACIÓN DE LA TENSIÓN DE MEDIDA

Concierne a todas las funciones excepto a mΩ y 2 pinzas.

Se recomienda bajar la tensión de prueba de 32 a 16 V en el caso de que se use el instrumento en ambientes húmedos. Para ello, pase al modo manual y pulse la tecla hasta que parpadee la tensión de salida (Uout). Elija el valor de la tensión, 16 ó 32 V, pulsando la tecla ▶. Este ajuste de tensión será válido entonces para todas las funciones correspondientes y todos los modos de funcionamiento (automático y manual). Se guarda en la memoria aunque se apague el instrumento.

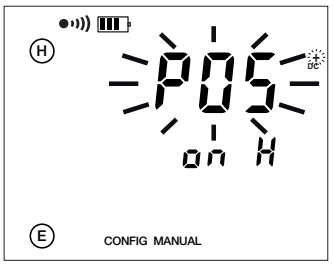
5.3. AJUSTES MANUALES PARA LA MEDIDA DE RESISTENCIA

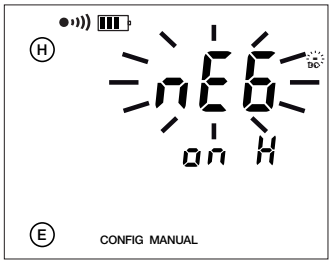
En modo manual, pulsar sucesivamente la tecla CONFIG permite tener acceso a los parámetros descritos a continuación y de modificarlos mediante la tecla ▶:

- Los símbolos de los bornes H y E parpadean (medida 2 puntos) → H S ES E parpadean (medida 4 puntos)
- POS on H y DC+ parpadean → nEg on H y DC- parpadean (inversión de la polaridad del borne H)

5.3.1. POLARIDAD DE LA TENSIÓN DE SALIDA

Por defecto, la tensión de salida U_{HE} es positiva. Puede cambiarla a negativa.





En modo manual, el instrumento no efectúa ninguna inversión de polaridad automática. Pero usted puede hacerlo manualmente pulsando la tecla CONFIG durante la medida.

5.3.2. CONTROL DE CONTINUIDAD

La medida mΩ en 2 hilos permite obtener rápidamente un resultado de medida, a la par que una señal acústica, durante un control de continuidad.
La visualización se hace en base a un rango único (0,5 Ω a 1,99 kΩ) y la verificación de los bornes se limita al borne H (a el se le debe conectar un cable), lo que permite iniciar la medida con el circuito abierto.

Son imprescindibles los ajustes siguientes para realizar un control de continuidad (véase § 3.1.3 y 7.2):

- Se debe seleccionar la función de medida mΩ 2 hilos,
- El instrumento se debe encontrar en modo manual,
- La función de alarma debe estar activa (On),
- El umbral de alarma debe estar bajo (<),
- Debe estar activado el zumbador (bEEP On).

5.4. AJUSTES MANUALES PARA LA MEDIDA DE TIERRA 3P

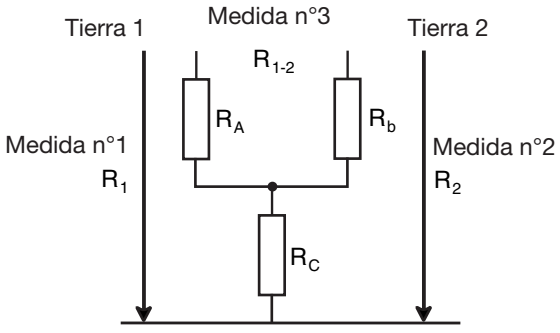
5.4.1 MEDIDAS DE TIERRA 3 POLOS

En modo manual, pulsar sucesivamente la tecla CONFIG permite tener acceso a los parámetros descritos a continuación y de modificarlos mediante la tecla ▶:

- EARTH parpadea → EARTH COUPLING (medida del acoplamiento de tierra)
- 128 Hz parpadea → Modificación de la frecuencia de prueba
- Tensión de prueba parpadea → Modificación de la tensión de prueba

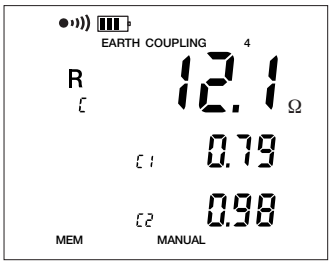
5.4.2. MEDIDA DEL ACOPLAMIENTO DE TIERRA

Esta medida necesita realizar y memorizar 3 medidas intermedias (con la misma frecuencia). Sólo está disponible en modo manual.



Después de haber pasado de EARTH (tierra) a EARTH COUPLING (acoplamiento de tierra) mediante las teclas CONFIG y ▶, proceda como se indica a continuación:

- Si desea eliminar la resistencia de los cables de medida, puede efectuar una compensación de cables (*2nd* + START) antes de empezar la medida de acoplamiento (véase § 3.1.2).
- Ponga el conmutador de funciones en la posición “3 polos”.
- Si lo desea, elija una frecuencia de prueba (véase § 5.1) y una tensión de prueba (véase § 5.2).
- Se visualiza en la pantalla EARTH COUPLING 1. Efectúe una medida de tierra 3 polos en el primer sistema de tierra (medida de R_1 en el esquema de conexión más arriba). Detenga la medida pulsando el botón START/STOP. El símbolo MEM parpadea para indicar que se debe guardar este resultado en la memoria. Pulse la tecla MEM dos veces. Para modificar la ubicación del dato guardado, remítase al § 6.
- Se visualiza ahora en la pantalla EARTH COUPLING 2. Efectúe una medida de tierra 3 polos en el segundo sistema de tierra (medida de R_2). Para esta segunda medida, deje las picas H y S en la misma posición que en la primera medida. Memorice este resultado en la misma ubicación que anteriormente pulsando 2 veces la tecla MEM.
- Se visualiza ahora en la pantalla el mensaje EARTH COUPLING 3. Desenchufe el borne S y realice una medida de resistencia 2 hilos, conectando el borne H a la tierra 1, y el borne E a la tierra 2. Guarde este resultado pulsando 2 veces la tecla MEM.
- Se visualizan en la pantalla tanto EARTH COUPLING 4 como los resultados de las medidas.



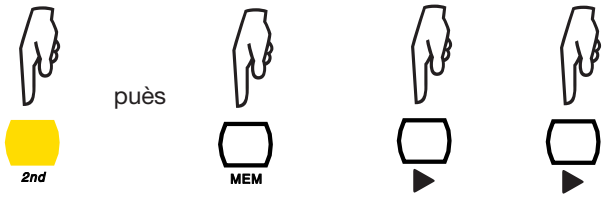
El cálculo del acoplamiento utiliza las fórmulas siguientes:

$R_C = (R_1 + R_2 - R_{1\text{-}2})/2$
$C_1 = R_C/R_1$ et $C_2 = R_C/R_2$ $\quad R_A = R_1 - R_C$
$R_b = R_2 - R_C$

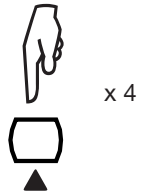
Para visualizar los parámetros calculados, pulse varias veces la tecla DISPLAY.

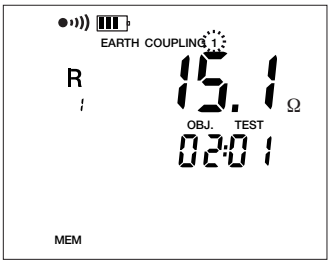
Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):
R_C , C_1, C_2, R_A, R_b, U_{OUT} y su frecuencia.

Para visualizar todos los parámetros de la medida, pulse la tecla *MR*.



Para que aparezcan todas las medidas.





Para visualizar los parámetros de cada una de las medidas, pulse varias veces la tecla DISPLAY. Se visualizan las siguientes magnitudes en el instrumento (véase el glosario § 12):

EARTH COUPLING 1: R_1 , U_{OUT} y su frecuencia, $U_{S\text{-}E}$, $I_{H\text{-}E}$, U-In ($U_{S\text{-}E}$ y su frecuencia)
R_H y R_S si se mantiene pulsado el botón START/STOP
EARTH COUPLING 2: R_2 , U_{OUT} y su frecuencia, $U_{S\text{-}E}$, $I_{H\text{-}E}$, U-In ($U_{S\text{-}E}$ y su frecuencia)
R_H y R_S si se mantiene pulsado el botón START/STOP
EARTH COUPLING 3: $R_{1\text{-}2}$, $U_{H\text{-}E}$ y su frecuencia, $I_{H\text{-}E}$, U-In ($U_{H\text{-}E}$ y su frecuencia).
EARTH COUPLING 4: R_C , C_1, C_2, R_A, R_b, U_{out} y su frecuencia.

5.5. AJUSTES MANUALES PARA LA MEDIDA DE TIERRA 4P

En modo manual, pulsar sucesivamente la tecla CONFIG permite tener acceso a los parámetros descritos a continuación y de modificarlos mediante la tecla ▶:

- 128 Hz parpadea → Modificación de la frecuencia de prueba
- Tensión de prueba parpadea → Modificación de la tensión de prueba

5.6. AJUSTES MANUALES PARA LA MEDIDA DE RESISTIVIDAD DEL TORRENO

En modo manual, pulsar sucesivamente la tecla CONFIG permite tener acceso a los parámetros descritos a continuación y de modificarlos mediante la tecla ▶:

- ρ_W parpadea (método Wenner) → Conmutación a ρ_S (método Schlumberger)
- 128 Hz parpadea → Modificación de la frecuencia de prueba
- Tensión de prueba parpadea → Modificación de la tensión de prueba

5.7. AJUSTES MANUALES PARA LA MEDIDA CON 2 PINZAS

En modo manual, pulsar sucesivamente la tecla CONFIG permite tener acceso a los parámetros descritos a continuación y de modificarlos mediante la tecla ▶:

- 1611 Hz parpadea → Modificación de la frecuencia de prueba

5.8. ESTABILIZACIÓN

En modo manual, usted puede activar o desactivar la estabilización de los resultados de medida pulsando las teclas *2nd* + DISPLAY (*SMOOTH*). Esta estabilización consiste en visualizar un valor promedio exponencial, lo que es apreciable en el caso de valores muy fluctuantes.

6. FUNCIÓN MEMORIA

El instrumento dispone de 512 emplazamientos de memoria en total. Cada uno de estos emplazamientos está definido por un número de objeto (OBJ) de 01 a 99 y por un número de TEST de 01 a 99.

Durante las medidas de resistividad del torreno (métodos Wenner o Schlumberger), se guardan varios resultados de medida en el mismo emplazamiento de memoria con la distancia entre picas como tercer criterio de direccionamiento.

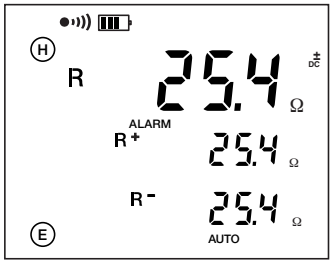
En caso de medidas de acoplamiento de tierra (EARTH COUPLING 1, 2, 3, 4), las cuatro medidas proporcionan el tercer criterio de direccionamiento de un mismo emplazamiento de memoria.

Todas las demás medidas no tienen criterio de direccionamiento adicional y ocupan entonces un único emplazamiento de memoria.

Como cada medida lleva la fecha, usted debe ajustar la fecha y la hora del instrumento antes de cualquier memorización (véase § 7.1).

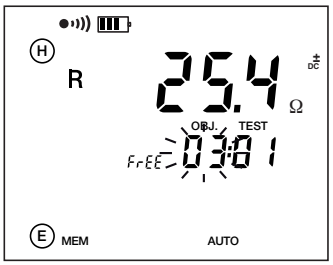
6.1. MEMORIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE MEDIDA

Después de cada medida, …



… se puede memorizar el resultado completo pulsando la tecla MEM.

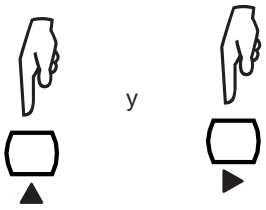
El instrumento le propone automáticamente el primer emplazamiento libre (FrEE OBJ:TEST).



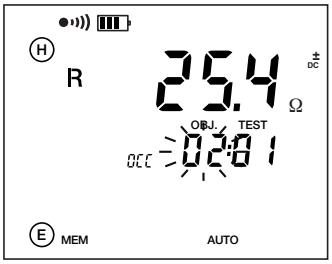
Pulse una segunda vez la tecla MEM para memorizar.

Pulse la tecla DISPLAY para salir del modo MEM sin memorizar.

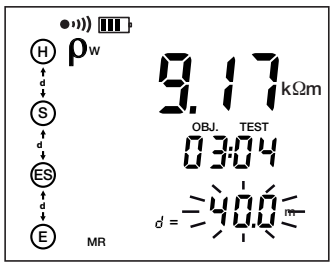
Utilice las teclas ▶ y ▲▼ para modificar el emplazamiento de memoria.



Si el emplazamiento de memoria elegido ya está ocupado, puede sustituirlo pulsando MEM, excepto si se trata de una medida que contiene 3 criterios de direccionamiento.



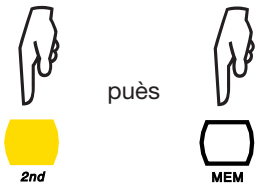
En medida de resistividad y potencial de terreno, si usted efectúa varias medidas con diferentes distancias d, puede memorizarlas bajo el mismo número OBJ:TEST con la distancia como tercer criterio de direccionamiento.

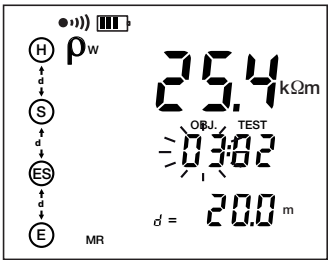


Posteriormente, se pueden sustituir los valores ya memorizados por otros con la misma distancia d o añadir nuevos resultados con otros valores para la distancia d, bajo la condición de que todos los demás parámetros de la medida sean idénticos.

6.2. LECTURA DE LOS RESULTADOS MEMORIZADOS

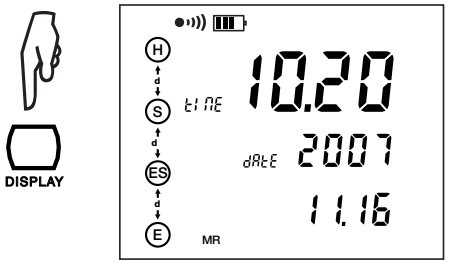
Después de haber seleccionado una función de medida mediante el conmutador, la tecla *MR* (*2nd* + MEM) permite leer únicamente los resultados memorizados en esta función.





La tecla ▲▼ permite modificar lo que parpadea y la tecla ▶ permite seleccionar lo que desea cambiar: OBJ, TEST o el tercer criterio de direccionamiento (la distancia en el ejemplo de la izquierda).

Pulsar la tecla DISPLAY hace que aparezca en pantalla la hora de la medida (tiME), el año (dAtE) y la fecha con este formato mm.dd.



Para visualizar la medida y sus parámetros.

Para salir en cualquier momento de la lectura de la memoria.

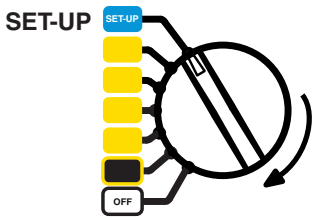
La función SETUP (véase § 7) le permite leer todas las direcciones de la memoria una tras otra independientemente de la función de medida elegida.

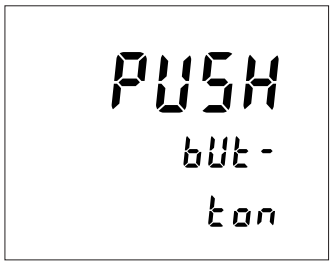
6.3. BORRADO DE LA MEMORIA

Usted dispone de dos métodos para borrar la memoria interna del controlador:

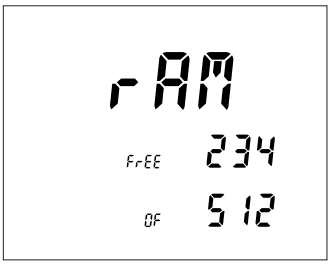
6.3.1. BORRADO TOTAL

Ponga el conmutador en la posición SET-UP.

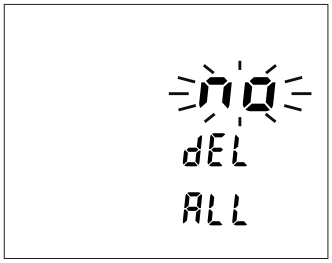




Pulse la tecla MEM para visualizar el número de emplazamientos de memoria disponibles.

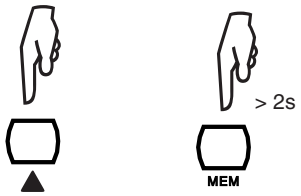


Pulse de nuevo la tecla MEM.



Para borrar totalmente la memoria.

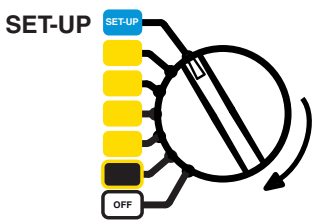
(mantenerla pulsada)

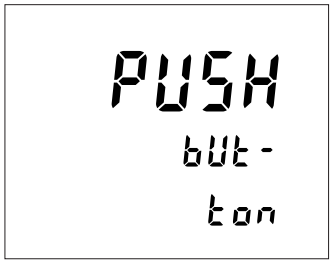


Para salir sin borrar
(pulse brevemente).

6.3.2. BORRADO PARCIAL

Ponga el conmutador en la posición SET-UP.

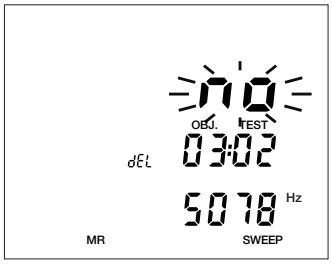




Pulse la tecla *MR* para visualizar el número de emplazamientos de memoria ocupados, independientemente de la función de medida.

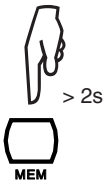
Utilice las teclas ▶ y ▲▼ para seleccionar el registro a borrar.

Pulse la tecla MEM.



Para borrar el registro seleccionado.
En el caso de que un registro contenga un tercer criterio de direccionamiento, se borrará sólo el que se está visualizando.

(mantenerla pulsada)

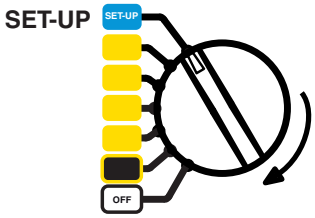


Para salir sin borrar

(pulse brevemente).

7. CONFIGURACIÓN SETUP

Ponga el conmutador en la posición SET-UP. El instrumento le indica que pulse una tecla con el mensaje siguiente:

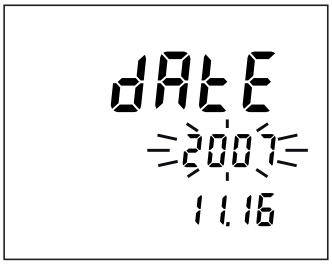


7.1. PULSAR LA TECLA CONFIG

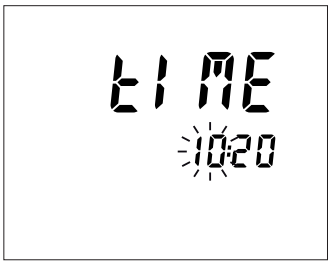
La tecla CONFIG permite ajustar la fecha, la hora y la velocidad de comunicación. También sirve para reinicializar el instrumento con los ajustes predefinidos, pero la fecha, la hora y los posibles resultados de medida memorizados se conservarán.

Seleccione la cifra a modificar mediante la tecla ▶ e increméntela o redúzcala con la tecla ▲▼ , o, según el caso, modifique la palabra propuesta (por ejemplo ON u OFF) con la tecla ▲▼ .

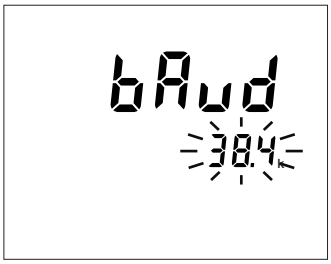
La fecha: año, mes y día.



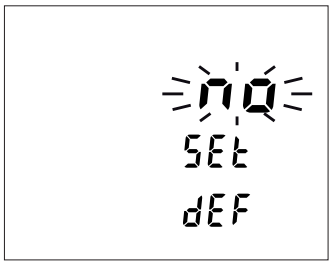
La hora.



La velocidad de comunicación: 9.6 k, 19.2 k y 38.4 k



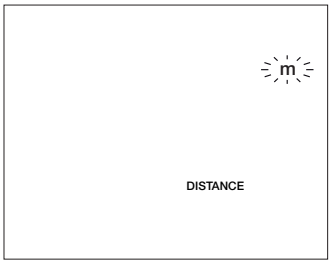
Reinicialización del instrumento con los ajustes predefinidos.



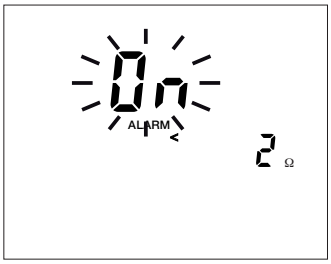
7.2. PULSAR LA TECLA DISPLAY

Puede modificar el parámetro que parpadea mediante la tecla ▲▼, y seleccionar el parámetro a modificar mediante la tecla ▶.

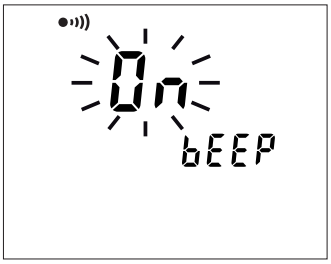
La distancia se puede expresar en metros (m) o en *feet* (ft, pies).



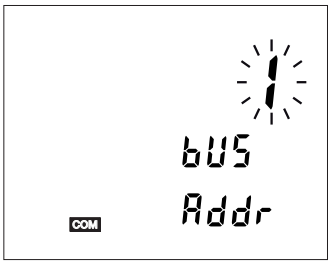
La alarma sirve para la medida de resistencia 2 hilos. Puede poner la alarma (On) o quitarla (OFF), elegir su sentido alto (>) o bajo (<) y su valor (entre 1 y 999 Ω). Véase § 3.1.3.



Se puede activar (On) o desactivar (OFF) el zumbador.



Puede elegir la dirección del bus del instrumento (para la comunicación con un PC) entre 1 y 247.



7.3. PULSAR LA TECLA MEM

Usted puede visualizar el índice de ocupación de la memoria del instrumento y, llegado el caso, borrar la totalidad de los registros pulsando la tecla MEM (véase § 6.3.1).

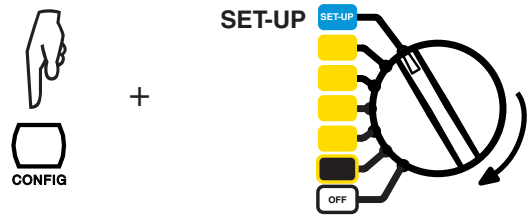
7.4. PULSAR LA TECLA *MR*

Usted puede visualizar todos los registros y borrarlos individualmente pulsando la tecla *MR* (véase § 6.3.2).

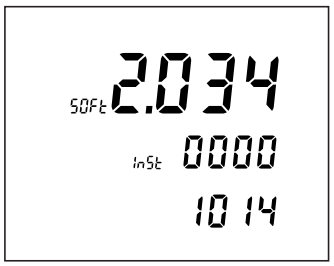
7.5. PARÁMETROS INTERNOS

Esta información es importante para cualquier operación de calibración y de reparación del controlador.

Si usted mantiene la tecla CONFIG pulsada mientras gira el conmutador hasta la posición SET-UP, …

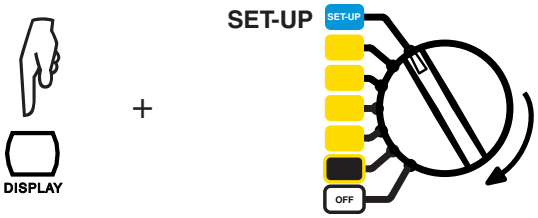


… se visualiza en el instrumento el número de versión de su software interno (SOFt) y su número de serie (InSt) sobre dos líneas.

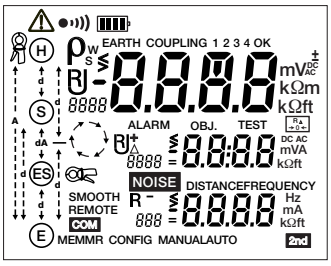


7.6. CONTROL DE LA PANTALLA

Si usted mantiene la tecla DISPLAY pulsada mientras gira el conmutador hasta la posición SET-UP, …



… se visualizan en el instrumento todos los segmentos de la pantalla hasta que usted salga de la posición SET-UP o pulse cualquier otra tecla.



8. MENSAJES DE ERROR

Durante su puesta en marcha, el instrumento C.A 6471 se somete a sí mismo a un diagnóstico automáticamente. Si aparece un defecto durante dicho diagnóstico o durante una medida, se visualiza en el instrumento un mensaje bajo la forma Err XX.

Estos errores se clasifican en 3 categorías:

- Accidentales

  Errores 6, 7 y 11
  Aparece el mensaje aproximadamente durante 1 segundo para avisar al usuario. Prever una reparación si el error se presenta de nuevo.

  - Los errores 6 y 7 siempre están precedidos de una reinicialización automática.
  - Durante el error 11, el instrumento efectúa él mismo una reinicialización con los valores por defecto.

- Recuperables

  Errores 5, 14, 15, 18, 19, 30, 31, 32 y 33
  El error concierne a la función de medida en curso y desaparece si se cambia de función. Se puede entonces utilizar el instrumento, pero necesita una reparación si el error persiste.

  - Un error 18 indica que no se puede recargar la batería interna del instrumento. Si el error 18 aparece durante la recarga de la batería, desenchufe el cable de la red y proceda como se describe a continuación para los errores “fatales”.
  - En caso de error 19, el borrado total puede solucionarlo.
  - En caso de errores 31, 32 y 33, ha aparecido una tensión o una corriente demasiado alta durante una medida. Compruebe entonces su circuito de medida.

- Fatales

  Errores 0, 1, 2, 3, 8, 12, 13, 15, 16, 18 (durante la recarga de las baterías) y 21
  Estos errores impiden cualquier funcionamiento. Pare el instrumento y vuélvalo a poner en marcha. Si el error persiste, es necesaria una reparación.

9. CONEXIÓN A UN PC Y SOFTWARE DE ANÁLISIS

Encontrará información más detallada acerca de la conexión a un PC, del control a distancia del controlador por un PC, de la lectura de los resultados de medida almacenados en el instrumento y de la modificación de ciertos datos de la memoria en la documentación del software DataView para los controladores de tierra.

10. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

10.1. CONDICIONES DE REFERENCIA

Magnitudes de influencia	Valores de referencia
Temperatura	20 ± 3 °C
Humedad relativa	de 45 a 55 % HR
Tensión de alimentación	9 a 11,2 V
Rango de frecuencia de la señal de entrada	de 0 a 440 Hz
Capacidad en paralelo con la resistencia de entrada	0 µF
Campo eléctrico	< 1 V/m
Campo magnético	< 40 A/m

En los párrafos a continuación, el error intrínseco está definido en las condiciones de referencia y el error de funcionamiento en las condiciones de funcionamiento según la norma IEC 61557 -1, -4 y -5.

10.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

10.2.1. MEDIDAS DE FRECUENCIA

Método de medida: digital por muestreo a 4.028 Hz, filtro de paso bajo, FFT.
La frecuencia que se visualiza es de la componente espectral más importante.
Ciclo de medida: aproximadamente 3 visualizaciones por segundo.

Campo de medida	de 5 a 450 Hz
Resolución	1 Hz
Error de funcionamiento	± 2 Hz
Tensión mínima de entrada	10 mV
Corriente mínima en la pinza amperimétrica	0,5 mA

10.2.2. MEDIDAS DE TENSIÓN

Las sobretensiones de hasta 75 Vrms se visualizan de esta forma: "> 65 V". Las sobretensiones permanentes entre 70 V y 75 V en los bornes H y E pueden ocasionar un sobrecalentamiento del varistor de protección. Entonces se deben evitar.

Las tensiones de más de 75 Vrms hacen que aparezca el mensaje de error 31 (tensión externa demasiado importante) o 32 (rebasamiento de gama en medida de tensión).

Si los bornes H y E se ponen en contacto con la tensión de la red, se funde el fusible de protección.

Todos los demás bornes soportan la tensión nominal de la red sin ningún problema.

■ **Medida de tensiones externas**
Método de medida: digital por muestreo a 4.028 Hz, filtro de paso bajo, FFT.
La frecuencia que se visualiza es de la componente espectral más importante.
Ciclo de medida: aproximadamente 3 visualizaciones por segundo.
Conversión de la señal: TRMS o suma de todos los armónicos de 10 a 450 Hz durante las medidas de tierra selectivas con pinza.

Campo de medida	0,00 - 9,99 V	10,0 - 65,0 V
Resolución	0,01 V	0,1 V
Error intrínseco	± (2% + 1 pt)	
Error de funcionamiento	± (5% + 1 pt)	
Impedancia de entrada Z_{H-E}, Z_{S-E} (Z_{S-ES})	1,2 MΩ	
Frecuencia de utilización	DC y 15 - 440 Hz	

■ **Medida de tensiones funcionales**

Los valores de U_{H-E}, U_{S-E} y U_{S-ES}, que se utilizan para las medidas de resistencia en tensión continua o alterna, se llaman “tensiones funcionales” y son medidas por el instrumento.

En todas las funciones en tensión alterna (AC), se mide la frecuencia fundamental de la tensión creada por la señal de prueba.

La incertidumbre de funcionamiento de una medida de tensión funcional puede ser superior a la indicada para una medida de resistencia AC ya que, durante la calibración del instrumento, las características de frecuencia del vía de tensión están adaptadas a la del vía de corriente.

Campo de medida	0,00 - 9,99 mV	10,0 - 99,9 mV	100 - 999 mV	1,00 - 9,99 V	10,0 - 65,0 V
Resolución	0,01 mV	0,1 mV	1 mV	0,01 V	0,1 V

Rango de frecuencia	DC y 41 - 513 Hz	537 – 5.078 Hz
Error intrínseco	± (2% + 1 pt)	± (4% + 1 pt)
Error de funcionamiento	± (5% + 1 pt)	± (7% + 1 pt)

10.2.3. MEDIDAS DE CORRIENTE

■ **MEDIDAS DE CORRIENTE EXTERNAS**

Método de medida: digital por muestreo a 4.028 Hz, filtro de paso bajo, FFT.

Ciclo de medida: aproximadamente 3 visualizaciones por segundo.

Conversión de la señal: suma de todos los armónicos de 10 a 450 Hz.

- **Con pinza amperimétrica C182**

Campo de medida	0,00 - 9,99 mA	10,0 - 99,9 mA	100 - 999 mA	1,00 - 9,99 A	10,0 - 40,0 A
Resolución	0,01 mA	0,1 mA	1 mA	0,01 A	0,1 A

Rango de frecuencia	16 - 49 Hz	50 - 99 Hz	100 - 400 Hz
Error de funcionamiento de 0,5 a 100 mA	± (10% + 2 pt)	± (5% + 2 pt)	± (3% + 2 pt)
Error de funcionamiento de 0,1 a 40,0 A	> 20%	± (10% + 2 pt)	± (5% + 2 pt)

- **Con pinza amperimétrica MN82**

Campo de medida	0,00 - 9,99 mA	10,0 - 99,9 mA	100 - 999 mA	1,00 - 9,99 A	10,0 - 40,0 A (1)
Resolución	0,01 mA	0,1 mA	1 mA	0,01 A	0,1 A

Rango de frecuencia	16 - 49 Hz (1)	50 - 99 Hz (1)	100 - 400 Hz
Error de funcionamiento de 0,5 a 100 mA	± (15% + 2 pt)	± (7% + 2 pt)	± (5% + 2 pt)
Error de funcionamiento de 0,1 a 40,0 A	> 20%	± (15% + 2 pt)	± (7% + 2 pt)

(1): El instrumento C.A 6471 no puede distinguir qué pinza está conectada a el mismo. En el caso de la pinza MN82, para intensidades > 10 A y frecuencias < 100 Hz, no habrá mensaje de alerta. Es el usuario quien debe comprobar que se respeten las limitaciones de uso de la pinza amperimétrica MN82.

■ **MEDIDAS DE CORRIENTES FUNCIONALES**

Los valores de I_{H-E} y I_{ES}, que se utilizan para las medidas de resistencia en tensión continua o alterna, se llaman “corrientes funcionales” y son medidas por el instrumento.

En todas las funciones en corriente alterna (AC), se mide la frecuencia fundamental de la corriente creada por la señal de prueba.

El error de funcionamiento de una medida de corriente funcional puede ser más elevado que la indicada para una medida de resistencia AC, ya que durante la calibración del instrumento las características de frecuencia del vía de tensión están adaptadas a la del vía de corriente.

Método de medida: digital por muestreo a 4.028 Hz, filtro de paso bajo, FFT.

Ciclo de medida: aproximadamente 3 visualizaciones por segundo.

Campo de medida	0,00 - 9,99 mA	10,0 - 99,9 mA	100 - 350 mA
Resolución	10 µA	0,1 mA	1 mA

Rango de frecuencia	DC y 41 - 513 Hz	537 – 5.078 Hz
Error intrínseco	± (2% + 1 pt)	± (4% + 1 pt)
Error de funcionamiento	± (5% + 1 pt)	± (7% + 1 pt)

10.2.4. MEDIDAS DE RESISTENCIAS DC

Método de medida: Medida de tensión/corriente (Norma IEC 61557 parte 4).
Tensión de salida nominal: 16 Vdc (si R < 22 Ω, se reduce la tensión de salida a 10 Vdc)
Corriente de salida máx.: > 200 mAdc para resistencias < 20 Ω
Sobrecarga máxima (permanente): 50 Vrms (la protección hasta 250 V está garantizada)
Sobrecarga máxima inductiva: 2 H
Tensión parásita máxima: 60 Vpico > 10 Hz
Selección automática del rango: aproximadamente 5 s
Duración de la medida: 8 s con inversión de polaridad automática
Ciclo de medida: 3 por segundo en modo manual
Compensación de los cables: posible de 0 a 5 Ω
Ajuste de la alarma: ">" o "<" entre 1 y 999 Ω

Medidas mΩ 2 hilos

Campo de medida	0,12 - 9,99 Ω	10,0 - 99,9 Ω	100 - 999 Ω	1,00 - 9,99 kΩ	10,0 - 99,9 kΩ
Resolución	0,01 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
Error intrínseco	± (2% + 2 pt)				
Error de funcionamiento	± (5% + 3 pt)				

Medidas mΩ 4 hilos

Campo de medida	0,020 - 9,999 Ω	10,00 - 99,99 Ω	100,0 - 999,9 Ω	1,000 - 9,999 kΩ	10,00 - 99,99 kΩ
Resolución	0,001 Ω	0,01 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω
Error intrínseco	± (2% + 2 pt)				
Error de funcionamiento	± (5% + 5 pt)				

10.2.5. MEDIDAS DE RESISTENCIAS DE TIERRA AC

Método de medida: Medida de tensión/corriente (Norma IEC 61557 parte 5).
Tensión en vacío: 16 ó 32 Vrms tensión rectangular
(para las corrientes > 240 mA, se reduce la tensión de salida a 10 Vrms)
Frecuencia de prueba: a elegir entre 41 y 513 Hz (véase § 5.1)
Corriente de cortocircuito: > 200 mAac
Eliminación de las señales parásitas: > 80 dB para frecuencias superiores o inferiores de un 20% o más respecto a la frecuencia de prueba
Sobrecarga máx. admisible: 250 Vrms
Valor máximo para R_H y R_S: 100 kΩ
Duración: Si pulsa brevemente START: aproximadamente 7 s hasta el 1er valor de R_E a 128 Hz, luego 3 medidas por segundo.
Si mantiene pulsado START: aproximadamente 15 s hasta el 1er valor de R_E a 128 Hz, luego 3 medidas por segundo.

Las siguientes indicaciones de error se refieren a las condiciones de referencia con una tensión de prueba de 32 V, una frecuencia de prueba de 128 Hz, R_H y R_S = 1 kΩ, y una ausencia de tensión parásita.

El error de funcionamiento de una medida de resistencia de tierra AC puede ser inferior al indicado para la tensión o la corriente, ya que durante la calibración del instrumento las características de frecuencia del vía de tensión están adaptadas a la del vía de corriente.

Medida de resistencia de las picas auxiliares R_H, R_S

Campo de medida	0,14 - 9,99 Ω	10,0 - 99,9 Ω	100 - 999 Ω	1,00 - 9,99 kΩ	10,0 - 99,9 kΩ
Resolución	0,1 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
Error de funcionamiento	± (10% + 2 pt)				

Para esta medida, mantenga la tecla START pulsada durante más de 2 s. Entre 41 y 256 Hz, las resistencias de las picas auxiliares se miden a la frecuencia de prueba ajustada. Para las frecuencias de prueba superiores, la resistencia de las picas auxiliares se

mide a 256 Hz.

Medida de resistencia de tierra R_E 3 poleos

Campo de medida	0,09 - 9,99 Ω	10,0 - 99,9 Ω	100 - 999 Ω	1,00 - 9,99 kΩ	10,0 - 99,9 kΩ
Resolución	0,01 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
Error intrínseco	± (2% + 1 pt)				

Condiciones de funcionamiento: $R_E < 3 \times R_H$, U_{OUT} = 32 V			Error de funcionamiento para R_E
Valores para R_H, R_S y R_E		Frecuencia (Hz)	
$(R_H + R_S) / R_E < 3000$	$R_H \geq 0\ \Omega$, Rs ≤ 3 kΩ	41 - 513	± (3% + 2 pt)
	$R_H > 3$ kΩ, Rs ≤ 30 kΩ	41 - 513	± (10% + 2 pt)
$(R_H + R_S) / R_E < 5000$	$R_H > 30$ kΩ, Rs <100 kΩ	41 - 128	± (10% + 3 pt)

Nota: para una tensión de prueba U_{OUT} de 16 V, se debe considerar la mitad del valor de R_H.

Medida de resistencia de tierra R_E 4 polos

Campo de medida	0,011 - 9,999 Ω	10,00 - 99,99 Ω	100,0 - 999,9 Ω	1,000 - 9,999 kΩ	10,00 - 99,99 kΩ
Resolución	0,001 Ω	0,01 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω
Error intrínseco	± (2% + 1 pt)				

Condiciones de funcionamiento: $R_E < 3 \times R_H$, U_{OUT} = 32 V			Error de funcionamiento para R_E
Valores para R_H, R_S y R_E		Frecuencia [Hz]	
$(R_H + R_S) / R_E < 3000$	$R_H \geq 0\ \Omega$, Rs ≤ 3 kΩ	41 - 513	± (3% + 2 pt)
	$R_H > 3$ kΩ, Rs ≤ 30 kΩ	41 - 513	± (10% + 2 pt)
$(R_H + R_S) / R_E < 5000$	$R_H > 30$ kΩ, Rs <100 kΩ	41 - 128	± (10% + 3 pt)

Nota: para una tensión de prueba U_{OUT} de 16 V, se debe considerar la mitad del valor de R_H.

Medida de resistencia de tierra selectiva 4 polos con pinza C182 o MN82
Las mismas características que para las medidas de tierra 4 polos con las condiciones particulares siguientes:
Corriente mínima: C182, $I_{ES} > 0{,}5$ mA
MN82, $I_{ES} > 2$ mA

Relación R_{SEL}/R_E máxima: C182, $(R_{SEL}/R_E) < 500$
MN82, $(R_{SEL}/R_E) < 120$
con $R_H + R_E < 20\ \Omega$

10.2.6. MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TORRENO ρ

Método de medida: Medida de tensión/corriente (IEC 61557 parte 5)
Tensión en vacío: 16 ó 32 Vrms tensión rectangular
Frecuencia de prueba: a elegir entre 41 y 128 Hz (véase § 5.1)
Corriente de cortocircuito: > 200 mAac
Eliminación de las señales parásitas: > 80 dB para frecuencias superiores o inferiores de un 20% o más respecto a la frecuencia de prueba
Sobrecarga máx. admisible: 250 Vrms
Valor máximo R_H, R_S, R_{ES}, R_E: 100 kΩ (error de medida véase § 10.2.5)
Cálculo método Wenner: $\rho_W = 2\ \pi\ d\ R_{S\text{-}ES}$
Cálculo método Schlumberger: $\rho_S = (\pi\ (d2 - (A/2)^2) / A)\ R_{S\text{-}ES}$
Valor máximo de ρ: 999 kΩm (no se puede visualizar en kΩft)
Duración: Si pulsa brevemente START: aproximadamente 8 s hasta el 1er valor de $R_{S\text{-}ES}$ a 128 Hz, luego 3 medidas por s.
Si mantiene pulsado START: aproximadamente 20 s hasta el 1er valor de $R_{S\text{-}ES}$ a 128 Hz, luego 3 medidas por s.

Campo de medida	0,00 - 9,99 Ω	10,0 - 99,9 Ω	100 - 999 Ω	1,00 - 9,99 kΩ	10,0 - 99,9 kΩ
Resolución	0,01 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
Error intrínseco	± (2% + 1 pt)				

La indicación de error intrínseco se da en las condiciones de referencia con una tensión de prueba de 32 V, una frecuencia de prueba de 128 Hz, R_{P-H}, R_{P-S}, R_{P-ES} y R_{P-E} = 1 kΩ, y una ausencia de tensión parásita.

Condiciones de funcionamiento $R_{S-ES} < 3 \times R_{P-H}$ y:	Error de funcionamiento para R_{S-ES}
$R_{pica} \leq 100$ kΩ $R_{pica} / R_{S-ES} \leq 2\,000$	± (7% + 2 pt)
$R_{pica} \leq 50$ kΩ $R_{pica} / R_{S-ES} \leq 10\,000$	± (15% + 3 pt)
$R_{pica} \leq 10$ kΩ $R_{pica} / R_{S-ES} \leq 20\,000$	± (20% + 1 pt)

R_{pica} es la resistencia de las picas de tierra R_{P-E}, R_{P-ES}, R_{P-S}, R_{P-H}, supuestamente idéntica.
Nota: para una tensión de prueba U_{OUT} de 16 V, se debe considerar la mitad del valor de R_{pica}.

Medida de resistencia de las picas auxiliares R_{P-H}, R_{P-S}, R_{P-ES}, R_{P-E}

Campo de medida	0,14 - 9,99 Ω	10,0 - 99,9 Ω	100 - 999 Ω	1,00 - 9,99 kΩ	10,0 - 99,9 kΩ
Resolución	0,1 Ω	0,1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
Error de funcionamiento	± (10% + 2 pt)				

Para esta medida, mantenga la tecla START pulsada durante más de 2 s. Entre 41 y 128 Hz, las resistencias de las picas auxiliares se miden a la frecuencia de prueba ajustada. Para las frecuencias de prueba superiores, la resistencia de las picas auxiliares se mide a 128 Hz.

10.2.7. MEDIDAS DE TIERRA CON 2 PINZAS AMPERIMÉTRICAS

Método de medida: Medida de tensión/corriente con señal AC rectangular
Corriente de cortocircuito inducido: < 26 Arms (con C182) y < 5 Arms (con MN82)
Frecuencia de la señal: Auto: 1.611 Hz, Manual: 128, 1.367, 1.611 ó 1.758 Hz
Eliminación de las señales parásitas: > 80 dB para frecuencias superiores o inferiores de un 20% o más respecto a la frecuencia de prueba
Corriente parásita máxima admisible: 20 A_{pico}
Valor máximo R_H, R_S: 100 kΩ (error de medida, véase § 10.2.5)
Duración de la medida: aproximadamente 7 s para el 1er valor de R_{LOOP}, luego 3 medidas por s.

Frecuencia de medida		1367 Hz - 1611 Hz - 1758 Hz		
Campo de medida		0,10 - 9,99 Ω	10,0 - 99,9 Ω	100 - 500 Ω
Resolución		0,01 Ω	0,1 Ω	1 Ω
Error de funcionamiento (1) (sin corriente parásita)	C182	± (10% + 1 pt)		
	MN82	± (20% + 2 pt)		

Frecuencia de medida		128 Hz	
Campo de medida		0,10 - 9,99 Ω	10,0 - 30,0 Ω
Resolución		0,01 Ω	0,1 Ω
Error de funcionamiento (1) (sin corriente parásita)	C182	± (20% + 2 pt)	
	MN82	no especificado	

(1): Respete la distancia mínima entre las dos pinzas de conformidad con la tabla del § 3.6.

10.3. ALIMENTACIÓN

La alimentación del instrumento se realiza mediante varias baterías recargables de tecnología NiMH 9,6V 3,5Ah.

Esto le permite disponer de numerosas ventajas:
- una gran autonomía para un volumen y un peso reducido,
- la posibilidad de recargar rápidamente su batería,
- efecto memoria muy reducido: puede recargar rápidamente su batería aunque no esté completamente descargada sin disminuir su capacidad,
- respeto del medio ambiente: ausencia de materiales contaminantes como el plomo o el cadmio.

La tecnología NiMH permite un número limitado de ciclo de carga-descarga que depende de las condiciones de utilización y de las condiciones de carga. En condiciones óptimas, este número de ciclos es de 200.

El instrumento dispone de 2 modos de cargas:
- carga rápida: la batería recobra el 90% de su capacidad en 3 h;
- carga de mantenimiento: este modo aparece cuando la batería está muy baja y al final de la carga rápida.

El instrumento le indica el tipo de carga en la pantalla:

bAtt CHrG	Carga rápida en curso (estado normal).
bAtt LOW	Tensión de la batería demasiado baja para una recarga rápida → recarga con una corriente más débil.
bAtt	Tensión de la batería demasiado elevada para una recarga rápida → recarga con una corriente más débil.
bAtt HOt	La batería está demasiado caliente para una recarga rápida (> 40°C) → recarga con una corriente más débil.
bAtt COLd	La batería está demasiado fría para una recarga rápida (< 0°C) → recarga con una corriente más débil.
bAtt FULL	La batería está cargada → carga de mantenimiento.

El día anterior al uso del instrumento, compruebe su estado de carga. Si el símbolo de la batería sólo muestra una barra o ninguna, ponga el instrumento a cargar durante toda la noche (véase el § 1.3).

También se puede cargar el instrumento C.A 6471 a partir de una toma de 12 Vdc en un vehículo mediante un bloque de alimentación especial.

⚠ En este caso, el punto bajo de la toma 12 Vdc del vehículo se encuentra a nivel del potencial de las entradas E y ES del controlador. Como medida de seguridad, no se debe utilizar o conectar el instrumento si se sospecha la presencia de tensiones superiores a 32 V en dichas entradas.

Con el fin de aprovechar al máximo su batería y de prolongar su eficacia:

⚠
- Utilice únicamente el cargador suministrado con el instrumento. El uso de otro cargador puede resultar peligroso.
- Cargue su instrumento únicamente entre 0° y +40°C.
- Respete las condiciones de uso y almacenamiento definidas en el presente manual.

La autonomía es función de los rangos:

Función	***Potencia consumida***	***Número de medidas típico (1)***
Instrumento apagado	< 5 mW	-
Medida de tensión	1,5 W	4.500
mΩ (2)	4,9 W	1.500
3 polos, 4 polos (3)	4,9 W	1.500
ρ (4)	4,9 W	1.500
2 clamps	3,7 W	2.000

(1): medidas en modo automático con 25 s de intervalo entre cada una.
(2): con R = 1 Ω.
(3): con $R_H + R_E = 100\ \Omega$.
(4): con $R_H + R_{S-ES} = 100\ \Omega$.

10.4. CONDICIONES AMBIENTALES

Utilización en interior y en exterior.

Campo de utilización	de 0 °C a +45 °C y 0% a 90% HR
Campo de funcionamiento especificado [5]:	de 0 °C a +35 °C y 0% a 75% HR
Almacenamiento (sin pila)	de -40 °C a +70 °C y 0% a 90% HR
Altitud	< 3000 m
Grado de polución	2

(5): Este campo corresponde al contemplado por la norma IEC 61 557, al que se le define un error de funcionamiento que abarca las magnitudes de influencia. Cuando se utiliza el instrumento fuera de este campo, se debe añadir al error de funcionamiento 1,5%/10 °C y 1,5% entre 75 y 90% de HR.

10.5. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Controlador C.A. 6471	Dimensiones (L x P x A): 272 x 250 x 128 mm Peso: 3,2 kg aproximadamente
Índice de protección	IP 53 según IEC 60 529 IK 04 según IEC 50102
Prueba de caída	según IEC 61010-1
Vibraciones	según IEC 61557-1

10.6. CONFORMIDAD CON LAS NORMAS INTERNACIONALES

Seguridad eléctrica según IEC 61010-1.
Medida según IEC 61557 parte 1, 4 y 5.
Características asignadas: categoría de medida III, 50 V respecto a la tierra, 75 V en diferencial entre los terminales.

10.7. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA

El instrumento cumple con las directivas CEM y DBT necesarias para el marcado CE y la norma producto IEC 61326-1.

- Inmunidad en ámbito industrial
- Emisión en ámbito residencial

11. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Este párrafo retoma algunas de las definiciones de los términos que se utilizan en el marco de medidas de tierra:

Conductor de tierra
Es el conductor que conecta la instalación a poner a tierra con su puesta a tierra.

Contacto a tierra (E)
El conductor enterrado que garantiza el contacto eléctrico con la tierra que lo rodea.

Medida de tierra
La medida realizada para comprobar la puesta a tierra puede concernir según el caso a un contacto a tierra o un sistema de tierra complejo.

Medida de tierra pasiva
La medida se efectúa mediante las corrientes parásitas que circulan dentro de la instalación de la puesta a tierra.

Medida de tierra activa
La medida se efectúa mediante una corriente procedente del generador de tensión interno del instrumento situado entre los bornes H y E.

Puesta a tierra
Es un grupo local de contactos a tierra conectados unos a otros. Se puede garantizar una puesta a tierra por partes metálicas de la instalación, tales como los pies enterrados de las torres, refuerzos metálicos (vientos), fundaciones, envolturas de cables enterrados, conductores de tierra, etc.

Pica de tierra auxiliar (H)
Es un contacto a tierra a través del cual circula la corriente de medida.

Pica de tierra auxiliar (S)
Es una pica de tierra auxiliar que se utiliza para medir el potencial. La tensión proporcional a la resistencia de tierra a determinar se mide entre la pica S y el contacto a tierra (E) o la pica auxiliar (ES).

Pica de tierra auxiliar (ES)
Designa el punto de medida conectado a la puesta a tierra o a un sistema de tierra que permite medir el potencial eléctrico que existe en dicho punto respecto a la pica de tierra auxiliar S.

Resistencia de tierra
Resistencia medida entre la puesta a tierra y la tierra de referencia.

Resistencia de tierra selectiva
Es una resistencia parcial de una puesta a tierra o de un sistema de tierra. Su valor se puede medir midiendo selectivamente la corriente que atraviesa este tramo del circuito de puesta a tierra. Cada resistencia de tierra selectiva es, por definición, siempre superior a la resistencia de tierra total (circuitos en paralelo).

Resistividad (específica) del terreno (ρ)
Puede ser representada por un cubo de 1 metro de lado rellenado de dicho terreno y del cual se mide la resistencia entre dos caras opuestas. La unidad de medida es el óhmetro (Ωm).

Sistema de tierra
Es el conjunto de todos los equipos conectados que garantizan una puesta a tierra.

Tensión de contacto
Es la parte de una tensión de tierra a la cual se expone el cuerpo de una persona en caso de contacto con la instalación. La corriente que esta tensión provoca está limitada por la resistencia del cuerpo de una persona y por la resistencia del terreno en el que se encuentra.

Tensión de paso
Es la parte de una tensión de tierra a la cual se expone una persona que da un paso, o sea cuyos pies están separados de un metro. Esta tensión ocasiona una corriente a través de los pies de la persona.

Tensión de tierra
Tensión medida entre la puesta a tierra y la tierra de referencia.

Tierra
Designa el punto de unión con la tierra.

Tierra de referencia
Es la parte del globo geográfico (especialmente su superficie) que se encuentra fuera de la zona de influencia del contacto a tierra o del sistema de puesta a tierra.

12. GLOSARIO

Este glosario retoma los términos y abreviaciones usados en el instrumento y su pantalla digital.

3 poles : medida de resistencia de tierra con 2 picas auxiliares (3P).
4 poles : medida en 4 hilos de resistencia débil de tierra con 2 picas auxiliares (4P).
C_1 : coeficiente de acoplamiento de la tierra R_A con la tierra R_b ($C_1 = R_C / R_1$).
C_2 : coeficiente de acoplamiento de la tierra R_b con la tierra R_A ($C_2 = R_C / R_2$).
d, A : distancias a programar para calcular la resistividad según el método de medida empleado.
mΩ : medida de débil resistencia /continuidad.
E : borne E (toma de tierra, borne de retorno de la corriente de medida).
EARTH : medida de tierra (3 polos o 4 polos).
EARTH COUPLING : medida de acoplamiento entre 2 tomas de tierra.
ES : borne ES (toma del potencial de referencia para el cálculo de la resistencia de tierra 4P).
H : borne H (borne de inyección de la corriente de medida).
I-Act (1) : corriente externa medida (Act)ualmente por la pinza (I_{ES}).
I_{ES} : corriente medida por la pinza conectada al borne ES (medida de tierra selectiva con pinza).
I_{H-E} : corriente de medida que circula entre los bornes H y E.
NOISE : indica que una tensión externa parásita que falsea la medida de tierra o de resistividad está presente.
R : resistencia promedia calculada a partir de R+ y R-.
R+ : resistencia medida con una corriente positiva que circula del borne H al borne E.
R- : resistencia medida con una corriente negativa que circula del borne H al borne E.
R-Act (1) : resistencia (Act)ual calculada a partir de los valores U-Act y I-Act .
R_1 : primer valor medido para calcular el acoplamiento entre 2 tomas de tierra ($R_1 = R_A + R_C$).
R_2 : segundo valor medido para calcular el acoplamiento entre 2 tomas de tierra ($R_2 = R_b + R_C$).
R_{1-2} : tercer valor medido para calcular el acoplamiento entre 2 tomas de tierra ($R_{1-2} = R_A + R_b$).
R_A : primer valor de tierra calculado ($R_A = R_1 - R_C$).
R_b : segundo valor de tierra calculado ($R_b = R_1 - R_C$).
R_C : resistencia de acoplamiento entre las tierras R_A et R_b ($R_C = (R_1 + R_2 – R_{1-2}) / 2$).
R_E : resistencia de tierra conectada entre el borne E y la pica S.
R_H : resistencia de la pica conectada al borne H.
R_{LOOP} : resistencia de bucle de tierra (2 clamps).
R_{PASS} : valor de la resistencia R-Act (PASS para la medida “pasiva” realizada con las corrientes parásitas que circulan por la instalación).
R_S : resistencia de la pica conectada al borne S.
R_{SEL} : resistencia de tierra selectiva (medida de corriente con pinza).
R_{S-ES} (2) : resistencia entre las picas S y ES (usada para la medida de resistividad).
$R_{\Delta 0}$: resistencia de compensación de los cables de medida.
S : borne S (toma del potencial de medida para el cálculo de la resistencia de tierra).
U-Act (1) : tensión externa (Act)ual presente en los bornes del instrumento.
U_{H-E} : tensión medida entre los bornes H y E.
U_{OUT} : tensión generada por el instrumento entre sus bornes H y E (32V o 16V).
U_{S-E} : tensión medida entre los bornes S y E.
U_{S-ES} : tensión medida entre los bornes S y ES.
USr : frecuencia seleccionada por el usuario (por *user* en inglés).
ρ_S : resistividad del torreno medida según el método de Schlumberger.
ρ_W : resistividad del torreno medida según el método de Wenner.

(1): El sufijo **Act** se convierte en **In** (por “Input” en inglés) cuando este valor está registrado en el instrumento y luego leído para hacer la distinción entre valor en curso y valor registrado. En ambos casos, esta magnitud en la pantalla está asociada a su frecuencia.

(2): En este caso, las resistencias de las 4 picas utilizadas para la medida están señalizadas por R_{P-H}, R_{P-S}, R_{P-ES}, R_{P-E}.

13. MANTENIMIENTO

⚠ **Para el mantenimiento, sólo use las piezas de repuesto especificadas. El fabricante no se hará responsable de cualquier accidente que pudiera derivarse de una reparación no realizada por su servicio postventa o por reparadores autorizados.**

13.1. LIMPIEZA

Desconecte todas las conexiones de instrumento y sitúe el conmutador en posición OFF

Limpiar el instrumento con un paño suave ligeramente empadado con agua jabonosa. Aclarar con un paño húmedo y secar rápidamente con un paño seco o aire inyectado. No utilizar alcohol, ni solvente ni hidrocarburo.
Para evitar que se oxiden los entrehierros, pasar periódicamente un paño ligeramente aceitado.

13.2. SUSTITUCIÓN DEL FUSIBLE

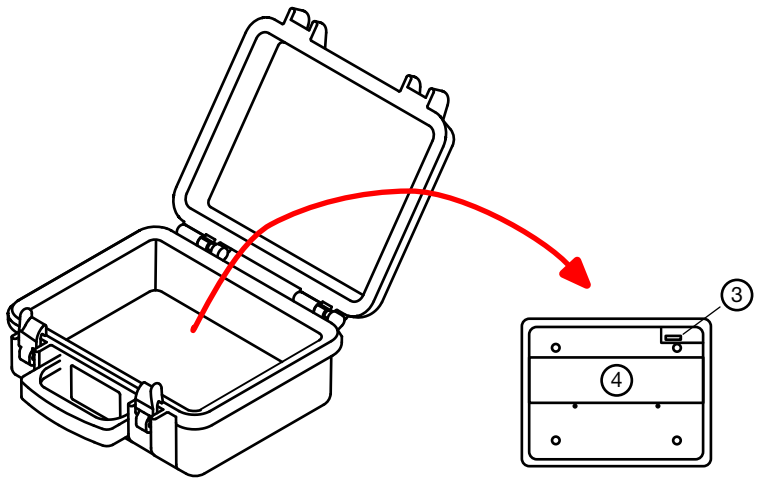
El instrumento está equipado con dos fusibles de protección de características idénticas:

■ **Fusible en el borne H:**
Si este fusible está defectuoso, el instrumento ya no produce tensión en la salida y las medidas de resistencias activas no se pueden tomar. Para comprobar el estado del fusible, gire el conmutador hasta la función mΩ 2 hilos, conecte los bornes H y E con un cable e inicie una medida de resistencia. Si el instrumento no realiza ninguna medida y si el símbolo del borne H parpadea, es que se tiene que sustituir el fusible.

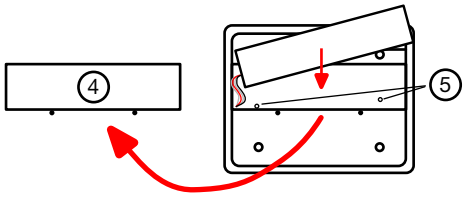
■ **Fusible de la entrada de la pinza ES:**
Si este fusible está defectuoso, el instrumento ya no detecta la presencia de una pinza en la entrada ES. Las medidas de tierra 4 polos selectivas con pinza o las medidas con dos pinzas ya no se pueden tomar.
Para comprobar el estado del fusible, seleccione la función 4 polos y conecte una pinza en el borne ES. Si no aparece ningún símbolo de pinza al lado del símbolo del borne ES, hay que sustituir el fusible.

⚠ Para que el instrumento siga siendo seguro, reemplace el fusible defectuoso únicamente por un fusible de características estrictamente idénticas:
Referencia C.A del lote de 10 fusibles F 0,63 A – 250 V – 5x20 mm – 1,5 kA: AT0094

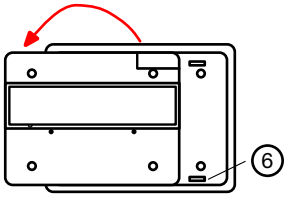
Pasos para la sustitución:
1. Desconecte cualquier conexión del instrumento, ponga el conmutador en posición OFF y cierre la tapa.
2. Afloje los cuatro tornillos imperdibles que se encuentran en el fondo de la carcasa, sin quitarlos.
3. Abra la tapa de la carcasa, levante el instrumento cuidadosamente aguantando el frontal para que no se caiga. Saque el frontal y el cuerpo del instrumento con cuidado de la carcasa. Se puede acceder ahora al fusible del borne H y sustituirlo.



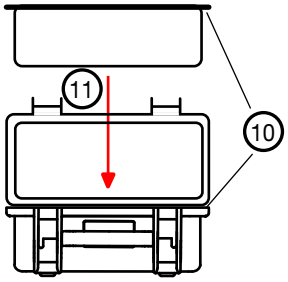
4. Si sólo tiene que reemplazar el fusible del borne H, remítase directamente al punto 9 más abajo. Si también desea sustituir el fusible de la entrada de la pinza ES, desatornille los dos tornillos de la tapa de la batería y quítela.



5. Saque la batería ligeramente de su alojamiento, sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos, para poder aflojar los dos tornillos situados en el fondo del alojamiento de la batería. Luego, vuélvala a poner en su sitio.
6. Levante con cuidado el fondo del instrumento y sáquelo sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos de la batería. Aguante la batería para que no se caiga, luego ponga el fondo de lado para que se pueda ver el fusible. Se puede acceder ahora al fusible para la entrada de la pinza del borne ES en el circuito impreso y sustituirlo. Procure no tocar con las manos el circuito y sus componentes.



7. Vuelva a colocar el fondo en el frontal y la electrónica del instrumento sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos de la batería. Antes de colocar el fondo, alinee los cuatro agujeros con los cuatro casquillos de fijación. Tenga cuidado de que ningún hilo de la batería u otros cables o componentes no se queden enganchados o aplastados durante esta operación.
8. Saque un poco la batería de su alojamiento, sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos, y vuelva a atornillar los dos tornillos situados en el fondo del alojamiento. Luego, vuelva a poner la batería en su sitio.
9. Vuelva a colocar la tapa de la batería en su sitio y apriete los tornillos.
10. Quite la posible suciedad presente a nivel de la junta hermética y del borde de la carcasa con un trapo suave que no se deshilache.



11. Coloque el cuerpo del instrumento en la carcasa, cierre la tapa y apriete los tornillos de fijación.

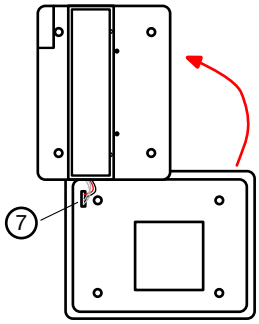
13.3. SUSTITUCIÓN DE LA BATERÍA

La batería de este instrumento es específica: contiene elementos de protección y de seguridad precisamente adaptados. El incumplimiento de la sustitución de la batería por el modelo especificado puede causar daños materiales y corporales por explosión o incendio.

⚠ Para que el instrumento siga siendo seguro, sustituya la batería únicamente por el modelo de origen:
Referencia C.A de la batería recargable NiMH – 9,6 V – 3,5 Ah: P01.2960.21

Pasos para la sustitución:

1. Desconecte cualquier conexión del instrumento, ponga el conmutador en posición OFF y cierre la tapa.
2. Afloje los cuatro tornillos imperdibles que se encuentran en el fondo de la carcasa, sin quitarlos.
3. Abra la tapa de la carcasa, levante el instrumento cuidadosamente aguantando el frontal para que no se caiga. Saque con cuidado el frontal con el cuerpo del instrumento de la carcasa.
4. Destornille los dos tornillos de la tapa de la batería y quítela.
5. Saque un poco la batería de su alojamiento, sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos, para poder aflojar los dos tornillos situados en el fondo del alojamiento de la batería. Luego, vuélvala a poner en su sitio.
6. Levante con cuidado el fondo del instrumento y sáquelo sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos de la batería. Aguante la batería para que no se caiga, luego ponga el fondo de lado para que se pueda ver el fusible.



7. Desenchufe el conectador 4 puntos de la batería separando ligeramente la lengüeta. Procure no tocar con las manos el circuito y sus componentes.
8. Quite la batería usada de su alojamiento y ponga la batería nueva en su sitio. Haga pasar los hilos de conexión con el conectador por la ranura prevista a tal efecto.
9. Enchufe el conectador de la batería orientando las dos patillas hacia la lengüeta. Procure no tocar con las manos el circuito y sus componentes.
10. Vuelva a colocar el fondo en el frontal y la electrónica del instrumento sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos de la batería. Antes de colocar el fondo, alinee los cuatro agujeros con los cuatro casquillos de fijación. Tenga cuidado de que ningún hilo de la batería u otros cables o componentes no se queden enganchados o aplastados durante esta operación.
11. Saque un poco la batería de su alojamiento, sin ejercer ninguna fuerza sobre los hilos, y vuelva a atornillar los dos tornillos situados en el fondo del alojamiento. Luego, vuelva a poner la batería en su sitio.
12. Vuelva a colocar la tapa de la batería en su sitio y apriete los tornillos.
13. Quite la posible suciedad presente a nivel de la junta hermética y del borde de la carcasa con un trapo suave que no se deshilache.
14. Coloque el cuerpo del instrumento en la carcasa, cierre la tapa y apriete los tornillos de fijación.
15. Proceda a la recarga completa de la nueva batería antes de usar el instrumento.
16. Vuelva a programar le fecha y la hora del instrumento (véase § 7.1).

13.4. COMPROBACIÓN METROLÓGICA

Al igual que todos los instrumentos de medida o de prueba, es necesario realizar una verificación periódica.
Les aconsejamos por lo menos una verificación anual de este instrumento. Para las verificaciones y calibraciones, contacte con nuestros laboratorios de metrología acreditados (solicítenos información y datos), con la filial Chauvin Arnoux o con el agente de su país.

13.5. REPARACIÓN

Para las reparaciones ya sean en garantía y fuera de garantía, devuelva el instrumento a su distribuidor.

14. GARANTÍA, SERVICIO

Nuestra garantía tiene validez, salvo estipulación expresa, durante **doce meses** a partir de la fecha de entrega del material. Extracto de nuestras Condiciones Generales de Venta, comunicadas a quien las solicite.

La garantía no se aplica si:

- se ha utilizado de forma inapropiada el equipo o si se ha utilizado con un material incompatible;
- se ha modificado el equipo sin autorización explicita del departamento técnico del fabricante;
- una persona no autorizada por el fabricante ha realizado operaciones sobre el instrumento;
- se ha adaptado a una aplicación particular, no prevista por la definición del instrumento o no indicada en el manual de instrucciones;
- se han producido daños causados por golpes, caídas o inundaciones.

15. PARA PEDIDOS

C.A 6471 óhmetro de tierra y de resistividad P01126505
Suministrado con:
- Adaptador de red + cable de red 2 polos para la recarga de la batería a la red,
- Un software de exportación de datos + un cable de comunicación óptico / USB,
- 2 pinzas C182 con 2 cables de seguridad,
- 5 manuales de instrucciones (uno por idioma) en CD-ROM,
- 5 manuales simplificados de uso, cada uno en un idioma diferente,
- 5 etiquetas de características, cada una en un idioma diferente,
- 1 bolsa de transporte.

15.1. ACCESORIOS

Kit de tierra y resistividad 100m P01102024
Compuesto por:
- 4 picas T,
- 4 bobinas de cable (100 m rojo, 100 m azul, 100 m verde, 30 m negro),
- 1 tensor de cable (10 m verde),
- 1 macillo,
- 5 adaptadores terminal de horquilla / enchufe banana Ø 4mm,
- 1 bolsa de transporte prestigio con un compartimiento previsto para el instrumento C.A 6471.

Kit de tierra y resistividad 150m P01102025
Compuesto por:
- 4 picas T,
- 4 bobinas de cable (150 m rojo, 150 m azul, 100 m verde, 30 m negro),
- 1 tensor de cable (10 m verde),
- 1 macillo,
- 5 adaptadores terminal de horquilla / enchufe banana Ø 4mm,
- 1 bolsa de transporte prestigio con un compartimiento previsto para el instrumento C.A 6471.

Kit de continuidad C.A 647X (posición mΩ) P01102037
Compuesto por:
- 4 cables de 1,5m acabados por un enchufe banana Ø 4mm,
- 4 pinzas cocodrilo,
- 2 puntas de prueba.

Pinza C182 (∅ 52 mm) para C.A 6471 ..... P01120333
Suministrado con:
- 1 cable de 2 m para conexión borne ES.

Pinza MN82 (∅ 20 mm) para C.A 6471 ..... P01120452
Suministrado con:
- 1 cable de 2 m para conexión borne ES.

Adaptador para recarga de la batería mediante la toma del encendedor del vehículo P01102036
Adaptador DC / DC + cable de conexión de 5 m para la toma del encendedor del vehículo.

Software PC DataView P01102058
Software de exportación y explotación de los datos memorizados y de control remoto.

Cable de comunicación óptico / RS P01295252

Cable de alimentación a la red GB P01295253

Varios
- Kit de tierra y resistividad: otras combinaciones y longitudes disponibles (véase lista adjunta con el kit estándar) o a petición suya (consulte con su agencia Chauvin Arnoux o su distribuidor autorizado).

15.2. RECAMBIOS

Lote de 10 fusibles F 0,63 A – 250 V – 5x20 mm – 1,5 kA AT0094

Adaptador para recarga de la batería a la red P01102035
Adaptador AC / DC - 18 V / 1,5 A + cable de conexión a la red 2 polos.

Batería recargable: acumulador NiMH – 9,6 V – 3,5 Ah P01296021

Cable de comunicación óptico / USB HX0056-Z

Bolsa de transporte prestigio P01298067

Varios

- Recambios para el Kit de tierra y resistividad: véase la lista adjunta al kit estándar o consulte con su agencia Chauvin Arnoux o su distribuidor autorizado.

CHAUVIN ARNOUX GROUP

09 - 2014

Code 692401B05 - Ed. 3

DEUTSCHLAND - Chauvin Arnoux GmbH
Straßburger Str. 34 - 77694 Kehl / Rhein
Tel: (07851) 99 26-0 - Fax: (07851) 99 26-60

UNITED KINGDOM - Chauvin Arnoux Ltd
Unit 1 Nelson Ct - Flagship Sq - Shaw Cross Business Pk
Dewsbury, West Yorkshire - WF12 7TH
Tel: 01924 460 494 - Fax: 01924 455 328

ITALIA - Amra SpA
Via Sant'Ambrogio, 23/25 - 20846 Macherio (MB)
Tel: 039 245 75 45 - Fax: 039 481 561

ÖSTERREICH - Chauvin Arnoux Ges.m.b.H
Slamastrasse 29/2/4 - 1230 Wien
Tel: 01 61 61 9 61-0 - Fax: 01 61 61 9 61-61

SCANDINAVIA - CA Mätsystem AB
Sjöflygvägen 35 - SE 18304 TÄBY
Tel: +46 8 50 52 68 00 - Fax: +46 8 50 52 68 10

SCHWEIZ - Chauvin Arnoux AG
Moosacherstrasse 15 - 8804 AU / ZH
Tel: 044 727 75 55 - Fax: 044 727 75 56

CHINA - Shanghai Pujiang Enerdis Instruments Co. Ltd
3 Floor, Building 1 - N° 381 Xiang De Road
Hongkou District - 200081 SHANGHAI
Tel: +86 21 65 21 51 96 - Fax: +86 21 65 21 61 07

ESPAÑA - Chauvin Arnoux Ibérica S.A.
C/ Roger de Flor, 293 - 1a Planta - 08025 Barcelona
Tel: 90 220 22 26 - Fax: 93 459 14 43

MIDDLE EAST - Chauvin Arnoux Middle East
P.O. BOX 60-154 - 1241 2020 JAL EL DIB (Beirut) - LEBANON
Tel: (01) 890 425 - Fax: (01) 890 424

USA - Chauvin Arnoux Inc - d.b.a AEMC Instruments
200 Foxborough Blvd. - Foxborough - MA 02035
Tel: (508) 698-2115 - Fax: (508) 698-2118

http://www.chauvin-arnoux.com

190, rue Championnet - 75876 PARIS Cedex 18 - FRANCE
Tél. : +33 1 44 85 44 85 - Fax : +33 1 46 27 73 89 - info@chauvin-arnoux.fr
Export : Tél. : +33 1 44 85 44 86 - Fax : +33 1 46 27 95 59 - export@chauvin-arnoux.fr